

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA: INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis previa a la obtención del Título de: INGENIERO AMBIENTAL

TEMA:

**IDENTIFICACIÓN DEL POTENCIAL APROVECHABLE DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS QUE SE GENERAN EN MERCADOS,
SUPERMERCADOS, PARQUES, JARDINES Y DIFERENTES SECTORES
INDUSTRIALES DE LA ZONA SUR DEL DISTRITO METROPOLITANO DE
QUITO.**

AUTORAS:

**MADELEINE ESTEFANIA ALVARO GUALOTO
ANA CRISTINA OLIVES ERAZO**

DIRECTOR:

CECILIA MORENO RONQUILLO

Quito, diciembre 2013

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO DEL TRABAJO DE GRADO

Nosotras Ana Cristina Olives Erazo y Madeleine Estefanía Alvaro Gualoto autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de grado y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaramos que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad nuestra.

Ana Cristina Olives Erazo

CC. 0803141670

Madeleine Estefanía Alvaro Gualoto

CC. 1720219417

DEDICATORIA

A Dios Padre celestial por iluminar mis pasos y mis pensamientos en el transcurso de mi vida.

A mis padres, Narcisa y Domingo por ser la fuerza que me impulsa a ser mejor cada día; ya que sin su apoyo y sacrificio no hubiese podido alcanzar una de mis metas más importantes.

A mis hermanos Jorge y Daniela por su comprensión.

A mis amigas que siempre estuvieron para brindarme su apoyo a lo largo del desarrollo de mis estudios.

Ana Cristina Olives Erazo

A mi Dios Jehová por la vida y la “fuerza más allá de lo normal” que me ha dado para continuar luchando y venciendo las adversidades de este caminar por la vida.

Dedico este esfuerzo a mi apreciada y querida familia que con su apoyo incondicional en todo este caminar han contribuido en gran manera al logro de este proyecto.

A Gary por su apoyo y por expresarme su constante cariño y estímulo que me ha sido imprescindible para llegar a cumplir esta meta anhelada, y a Cris por hacerme participe de un sueño que con duro esfuerzo ahora se ha hecho realidad.

Madeleine Estefanía Alvaro Gualoto

AGRADECIMIENTO

Nuestros más sinceros agradecimientos a la Facultad de Ingeniería Ambiental por brindarnos la oportunidad de formarnos como unas buenas profesionales con excelencia humana y académica.

A la Ing. Cecilia Moreno por su predisposición y aportación de conocimientos para la realización de este trabajo.

A la Dra. Cecilia Barba, Ing. Ximena Borja e Ing. Arias por su apoyo incondicional.

Ana Cristina Olives Erazo
Madeleine Estefanía Alvaro Gualoto

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1.....	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1. Residuos Sólidos Urbanos.....	3
1.1.1. Definición de Residuo.....	3
1.1.2. Definición de Residuo Sólido Urbano	3
1.1.3. Residuos Sólidos Orgánicos.....	3
1.1.4. Gestión Integrada de los Residuos Sólidos Urbanos.....	5
1.1.5. Propiedades de los Residuos Sólidos	11
1.1.6. Impactos Ambientales de los Residuos Sólidos.....	14
1.1.7. Tratamiento de Los Residuos Sólidos Orgánicos	17
1.1.8. Problemática y Situación Actual de los RSU en el DMQ.....	24
1.1.9. Marco Legal Aplicable.....	29
CAPÍTULO 2.....	34
MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
2.1. Zona de Estudio.....	34
2.1.1. Sectorización	34
2.1.2. Recopilación de Bases de Datos de los Sectores.....	34
2.1.3. Georeferenciación de Establecimientos Según Zonas y Sectores Productivos	43
2.1.4. Selección de la Muestra.....	45
2.1.5. Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos.....	45
2.1.6. Procedimiento para Cálculos Estadísticos.....	51
2.1.7. Procedimiento para la Determinación del Peso Volumétrico	53
CAPÍTULO 3.....	56
ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	56
3.1. Análisis de Varianza para la Cantidad de Generación	56
3.2. Determinación de la Cantidad de Generación de RSO por Sector Productivo	56
3.3. Caracterización Física de RSO por Sector Productivo.....	58
3.3.1. Análisis Cuantitativo de la Caracterización Física de los RSO	63

3.4. Esquema de una Planta de Compostaje.....	64
3.5. Propuesta para Construcción de una Planta de Compostaje	65
3.6. Operación de la planta.....	66
3.7. Sitio Potencial Para la Implementación de la Planta de Tratamiento y Recuperación de Residuos Sólidos Orgánicos	67
3.7.1. Determinación de la Zona de Ubicación	68
3.7.2. Parámetros de Selección.....	68
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES	80
LISTA DE REFERENCIAS	83
ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Porcentaje en Peso de Materia Orgánica de América Latina.....	7
Tabla 2: Propiedad Física de Los RSO	12
Tabla 3: Porcentaje de los Elementos Químicos en los RSO.....	13
Tabla 4: Contenido Energético.....	13
Tabla 5: Biodegradabilidad	14
Tabla 6: Condiciones Óptimas del Proceso de Compostaje	19
Tabla 7: Administraciones Zonales del DMQ	24
Tabla 8: Evolución de la Producción Per Cápita de RSU en el DMQ.....	25
Tabla 9: Caracterización de los RSU en el Año 1998.....	26
Tabla 10: Producción de Residuos por Generador.....	27
Tabla 11: Clasificación De Residuos Orgánicos.....	35
Tabla 12: Industrias Muestreadas Zona Sur del DMQ.....	37
Tabla 13: Generación Diaria de Residuos Sólidos y Horarios de Muestreo en Supermercados	39
Tabla 14: Supermercados Muestreados	40
Tabla 15: Áreas Verdes Muestreadas Correspondientes a la Zona Sur del DMQ	42
Tabla 16: Mercados Muestreados Zona Sur del DMQ	43
Tabla 17: Toma de Puntos GPS de los Sectores Productivos	44
Tabla 18: Materiales.....	46
Tabla 19: Categorización de RSO	49
Tabla 20: Total Generación de RSO Zona Sur	57
Tabla 21: Generación y Porcentaje de Composición física de RSO	58
Tabla 22: Generación y Porcentaje de Composición Física de RSO	59
Tabla 23: Generación y Porcentaje de Composición Física de RSO	60
Tabla 24: Generación y Porcentaje de Composición Física de RSO	61
Tabla 25: Sitios Potenciales	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Elementos Funcionales en el Manejo de Residuos Sólidos.....	11
Figura 2: Ecuación de Transformación Aerobia General de RSO.....	17
Figura 3: Transformación Anaerobia	23
Figura 4: Evolución de la Producción Per Cápita de RSU en el DMQ	26
Figura 5: Producción de Residuos Sólidos por Habitante en el Sector Domiciliar de la Ciudad de Quito.	27
Figura 6: Industria Plywood.....	36
Figura 7: Mi Comisariato Villaflora.	38
Figura 8: Parque Las Cuadras	40
Figura 9: Mercado La Magdalena.	42
Figura 10: Método de Cuarteo	47
Figura 11: Residuos del Supermercado Santa María Chillogallo	47
Figura 12: Residuos Sólidos Formando Pilas de 4m X 4m	48
Figura 13: Homogenización de residuos.....	48
Figura 14: Peso balde (tara)	53
Figura 15: Mercado Chiriyacu	53
Figura 18: Mercado La Magdalena	54
Figura 16: Industria Plywood.....	54
Figura 17: Mercado Solanda	54
Figura 19: Mercado Las Cuadras	55
Figura 20: Peso Balde Lleno	55
Figura 21: Sectores Productivos de la Zona Sur del DMQ.....	56
Figura 22: Generación de RSO por Sector Productivo	57
Figura 23: Porcentaje de la Generación de RSO por Sector Productivo.....	58
Figura 24: Porcentaje de Composición Física de RSO	59
Figura 25: Porcentaje de Composición Física de RSO	60
Figura 26: Porcentaje de Composición Física de RSO	61
Figura 27: Porcentaje de Composición Física de RSO	62
Figura 28: Caracterización Física de RSO	63
Figura 29: Diseño de Planta de Compostaje	65
Figura 30: Disposición de Camas o Parvas de Compostaje, Incluida Calles y Drenajes.....	67

Figura 31: Alternativa de Ubicación de la Planta de Recuperación de RSO	68
Figura 32: Mapa de Ubicación de Red Hídrica, Nivel Freático, Pozos de Agua, Acueducto	70
Figura 33: Ubicación de Sitios Arqueológicos	71
Figura 34: Ubicación de Oleoducto y Poliducto	72
Figura 35: Ubicación de Áreas Susceptibilidad de Inundaciones	73
Figura 36: Ubicación de Pendientes Mayores a 25 %	74
Figura 37: Ubicación de la Red Vial	75
Figura 38: Ubicación de Zonas Protegidas	76
Figura 39: Plan de Uso de Suelo PUOS	77

RESUMEN

En el Distrito Metropolitano de Quito se generan aproximadamente 1800 toneladas diarias de desechos, de los cuales los residuos sólidos orgánicos equivalen al 62 % del total de los residuos sólidos urbanos que se generan en el distrito, siendo la producción per cápita 0,84 kg/hab/día.

El objetivo de este trabajo de investigación fue obtener datos de generación de RSO de mercados, supermercados, parques, jardines y diferentes sectores industriales de la zona sur del Distrito Metropolitano de Quito.

La cantidad de Generación de RSO en el sector sur es de 56,2 Tm/día, que equivale a un volumen de 249 m³/día; con un peso volumétrico de 0,98 Tm/m³. De los cuales 24,96 Tm/ día (44 %) corresponde a mercados, seguido por las industrias con una generación de 22,50 Tm/ día (40 %), luego parques y jardines con 8,41 Tm/ día (15 %) y finalmente los supermercados con 0,33 Tm/ día (1 %).

ABSTRACT

In the Quito Metropolitan District generates approximately 1800 tons per day of waste, of which organic solid waste equivalent to 62 % of total municipal solid waste generated in the district, per capita production being 0.84 kg / person / day.

The objective of this research was to obtain data organic solid waste generation markets, supermarkets, parks, gardens and various industries in the south of the Metropolitan District of Quito.

The amount organic solid waste generation southern sector is 56.2 tons / day, equivalent to a volume of 249 m³/day, with a density of 0.98 tons/m³. Of which 24.96 tons / day (44 %) corresponds to markets, followed by industries with a generation of 22.50 tons / day (40 %), then parks and gardens with 8.41 tons / day (15 %) supermarkets and finally with 0.33 tons / day (1 %).

INTRODUCCIÓN

Según la Empresa Metropolitana de Aseo (EMASEO) (2008), los residuos sólidos orgánicos equivalen al 62% del total de los residuos sólidos urbanos que se generan en el DMQ, los mismos que son confinados en el relleno sanitario “El Inga” sin ningún tipo de aprovechamiento previo, lo que ocasiona una disposición incorrecta, impactos ambientales negativos y molestias a la población que vive aledaña a las instalaciones de disposición final.

Además el manejo de grandes volúmenes de residuos sólidos orgánicos (RSO) como consecuencia directa de la descomposición acelerada de esta materia orgánica, genera malos olores, emisión a la atmosfera de gases nocivos como CH_4 , CO_2 , NO_2 , así como otros subproductos que se desprenden perjudicialmente sobre el ambiente y sus respectivos recursos.

Las aguas de lluvia que se percolan a través del sustrato del suelo, al ponerse en contacto con los residuos en descomposición, arrastran componentes dañinos que alteran la calidad del mismo, de las aguas subterráneas y superficiales, ocasionando graves problemas de contaminación.

Otro de los aspectos que influyen negativamente y sobre todo en los botaderos ilegales es la proliferación de ratas, insectos, animales domésticos e inclusive ganado, que a su paso por el sitio se convierten en vectores de dispersión de gérmenes y pueden ser causantes de la transmisión de enfermedades microbianas como tifoidea, hepatitis, salmonelosis, disentería, entre otras; todo ello constituye en un grave problema para la salud pública y el ambiente.

Los habitantes de la zona sur del DMQ no se han podido involucrar de manera formal y positiva en campañas y programas de separación de residuos orgánicos por falta de compromiso de los mismos.

Los esfuerzos y la preocupación que se ha suscitado por parte de las entidades gubernamentales como el Ministerio del Ambiente y los Gobiernos Autónomos Descentralizados se han enfocado en la formulación de propuestas para incentivar

aspectos ambientales tales como el reciclaje y aprovechamiento de los RSO. Lamentablemente la ausencia de financiamiento, inversión, personal capacitado, tecnologías limpias y espacios aptos donde ser ejecutados; resultan en factores limitantes que no han permitido el cumplimiento cabal de la gestión.

Actualmente, en el DMQ no se han ejecutado proyectos de investigación que permitan determinar la generación real y el potencial orgánico recuperable de los residuos, por ende existe un marcado desconocimiento de los sectores que podrían llegar a alcanzar dicho potencial.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1. Residuos Sólidos Urbanos

1.1.1. Definición de Residuo

“Se define como residuo a todo material o sustancia solida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente del uso o consumo en actividades domésticas, industriales, comerciales, instituciones de servicio e instituciones de salud”. (Ordenanza Metropolitana No.0332, 2010)

1.1.2. Definición de Residuo Sólido Urbano

Se conoce como residuo sólido urbano a cualquier objeto, material sustancia o elemento sólido que se abandona, bota o rechaza después de haber sido consumido o usado en actividades domésticas, industriales, comerciales, instituciones de servicio e instituciones de salud y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico. (Ordenanza Metropolitana No.0332, 2010)

1.1.3. Residuos Sólidos Orgánicos

1.1.3.1. Definición de los Residuos Sólidos Orgánicos

“Se entiende por residuos solido orgánico a todo material que proviene de restos de productos de origen orgánico y pueden ser metabolizados por medios biológicos por ejemplo: restos de comida, de jardinería, madera, frutas y verduras”. (Flores, 2001; Ordenanza Metropolitana No.0332, 2010)

1.1.3.2. Clasificación de los Residuos Sólidos Orgánicos

Según Flores (2001), existen algunas formas de clasificar a los residuos sólidos orgánicos; sin embargo, las dos más conocidas están relacionadas con su fuente de generación y con su naturaleza o características físicas, como se explica a continuación:

1.1.3.2.1. Clasificación de los RSO Según su Fuente de Generación

Los residuos sólidos orgánicos según su fuente se clasifican en:

- i. **Residuos sólidos orgánicos provenientes del barrido de las calles:** Se considera dentro de esta fuente a los residuos almacenados en los contenedores públicos; y el contenido de residuos puede ser muy variado.
- ii. **Residuos sólidos orgánicos institucionales:** Son residuos provenientes de instituciones públicas (gubernamentales) y privadas; se caracteriza mayormente por contener papeles, cartones y residuos de alimentos provenientes de los comedores institucionales.
- iii. **Residuos sólidos de mercados:** Son aquellos residuos provenientes de la comercialización de productos en los mercados de abastos; estos subproductos son excelente fuente para el aprovechamiento orgánico y en especial para la elaboración de compost y fertilizante orgánico.
- iv. **Residuos sólidos orgánicos de origen comercial:** Son residuos provenientes de los establecimientos comerciales, entre los que se incluyen tiendas y restaurantes. Estos últimos son la fuente con mayor generación de residuos orgánicos debido al tipo de servicio que ofrecen como es la venta de comidas. Estos residuos requieren de un trato especial por ser fuente aprovechable para la alimentación de ganado porcino.

- v. **Residuos sólidos orgánicos domiciliarios:** Son residuos provenientes de hogares, cuya característica puede ser variada, pero que mayormente contienen restos de verduras, frutas, residuos de alimentos preparados, podas de jardín y papeles. Representa un gran potencial para su aprovechamiento.(Págs. 8-10)

1.1.3.2.2. Clasificación de los RSO según su Naturaleza o Característica Física

Los residuos sólidos orgánicos según su naturaleza o característica física pueden ser clasificados de la siguiente manera.

- i. **Residuos de alimentos:** Son restos de alimentos que provienen de diversas fuentes, entre ellas: restaurantes, comedores, hogares y otros establecimientos de expendio de alimentos.
- ii. **Estiércol:** Son residuos fecales de animales (ganado) que se aprovechan para su transformación en bioabono o para la generación de biogás.
- iii. **Restos vegetales:** Son residuos provenientes de podas o deshierbe de jardines, parques u otras áreas verdes; también se consideran algunos residuos de cocina que no han sido sometidos a procesos de cocción como legumbres, cáscara de frutas, etc.
- iv. **Papel y cartón:** Son residuos provenientes en su mayoría de actividades comerciales y domiciliarias, los mismos que por estar constituidos por fibra celulosa representan un gran potencial orgánico para su reciclaje.(Flores, 2001, pág 11)

1.1.4. Gestión Integrada de los Residuos Sólidos Urbanos

La gestión integrada de los residuos sólidos (GIRS) involucra todas las etapas de manejo, desde su generación hasta su disposición final, estas operaciones unitarias se vienen implementando en forma eficiente en los países desarrollados, donde se

aprovechan muchos de los materiales desechados en calidad de residuos de varios procesos productivos.

Esta visión ecológica, permite reincorporar esos materiales a otros procesos productivos y reducir el impacto de la explotación de recursos sobre el ambiente y alcanzar un equilibrio con la naturaleza.

Tchobanoglous (1994), define claramente seis elementos funcionales en la gestión de los residuos desde el punto de generación hasta su disposición final:

- i. Generación de residuos
- ii. Manipulación y separación de residuos, almacenamiento y procesamiento en origen
- iii. Recogida
- iv. Separación y procesamiento y transformación de residuos sólidos
- v. Transferencia y transporte
- vi. Evacuación (Pág. 10-16)

1.1.4.1. Generación de Residuos Sólidos Orgánicos

Las sociedades están logrando su desarrollo sin controlar apropiadamente todas las presiones ambientales generadas sobre su entorno. Este desarrollo se ha forjado mediante procesos y actividades que llevan implícitos la producción de una gran cantidad de residuos, que en su mayoría son orgánicos.

1.1.4.1.1. Generación de Residuos Sólidos Orgánicos a Nivel Mundial

Según Seoáñez (2000), en su informe *“El medio ambiente en Europa: tercera evaluación”*, expone que la cantidad total de residuos municipales que se recoge es cada vez mayor en los países europeos. Por ejemplo en Europa se generan cada año más de 3000 millones de toneladas de residuos; esto equivale a 3,8 toneladas por persona en Europa Occidental, 4,4 toneladas por persona en Europa Central y Oriental y 6,3 toneladas en los países de EECCA (Europa del Este, Cáucaso y Asia

Central). La generación de residuos municipales varía considerablemente entre países, desde los 685 kg per cápita (Islandia) a los 105 kg per cápita (Uzbekistán). (Pág.45)

Dante (2001), enuncia que en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, la cantidad de materia orgánica presente en los residuos sólidos urbanos supera el 50,0 % del total generado. Donde aproximadamente el 2 % recibe tratamiento adecuado para su aprovechamiento; el resto es confinado en vertederos o rellenos sanitarios; otro porcentaje es dispuesto inadecuadamente en botaderos o es destinado para la alimentación de cerdos, sin un debido control y procesamiento sanitario. (Pág. 7)

Además, se indica que la proporción de generación de materia orgánica alcanza valores alrededor del 76,0 %, como es el caso de la ciudad de Ibadán (Nigeria).

Tabla 1: Porcentaje en Peso de Materia Orgánica de América Latina

PAÍS	% DE MATERIA ORGÁNICA
México	43,0
Costa Rica	58,0
El Salvador	42,0
Perú	50,0
Chile	49,0
Guatemala	63,3
Colombia	52,3
Uruguay	56,0
Bolivia	59,5
Ecuador	71,4
Paraguay	56,6
Argentina	53,2
Trinidad y Tobago	27,0

Fuente: OPS-OMS, 1997

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

1.1.4.1.2. Generación de Residuos Sólidos Orgánicos a Nivel Local

Ecuador es responsable de la generación de aproximadamente 7400 toneladas de residuos sólidos urbanos por día, lamentablemente las instituciones encargadas de la GIRS han demostrado precariedad tanto en calidad, eficiencia así como cobertura, prueba de ello es que solamente el 49,0 % de la producción de desechos se recolecta de manera formal. (OPS-OMS, 2002, sp)

“La producción per cápita promedio de residuos sólidos en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) es de 0,75 Kg/habitante/día; y se generan 1511 toneladas diarias de basura con una cobertura del 86,0 % de servicio”. (De la Torre, 2000, Pág. 1)

En el año 2007, la Empresa Metropolitana de Aseo (EMASEO) realizó un Diagnóstico de Residuos Sólidos Urbanos en el DMQ con el fin de conocer el comportamiento actualizado de la generación de los residuos en la ciudad. El estudio de caracterización muestra que para el mismo año en el Distrito Metropolitano de Quito se generó aproximadamente 1800 toneladas diarias de basura; mediante la composición física de los residuos se determinó que el 61,0 % conforman los residuos sólidos orgánicos y el 39,0 % conforman los residuos sólidos inorgánicos. En donde los desechos domésticos provienen de generadores de mayor producción con el 66,4 %, desechos industriales el 12,5 %, desechos de mayores productores el 10,0 % y desechos de mercados el 5,9 %. (EMASEO, 2007, sp)

1.1.4.2.Estrategia de Gestión de los Residuos Sólidos

La estrategia de gestión de residuos sólidos urbanos es la jerarquización de metodologías eficientes de recolección, clasificación, transporte y tratamiento de residuos que reduzcan los costos operativos, tiempos de gestión y mejoren las condiciones ambientales del entorno, sumada a la educación ambiental dirigida a reducir la generación, como política angular de la gestión de RSU. (Tchobanoglous, 1994, Pág. 17)

1.1.4.3.Escala de Jerarquías para el Tratamiento de Residuos Sólidos

Puede utilizarse una jerarquía en la gestión de residuos para clasificar las acciones en la implantación de programas dentro de la comunidad. La jerarquía de Gestión Integral de Residuos Sólidos adoptada por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) está formada por los siguientes elementos: reducción en origen, reciclaje, transformación de residuos y vertido. (Tchobanoglous, 1994, pág. 17)

i. Reducción en Origen

El rango más alto de la jerarquía de la GIRS es la reducción en el origen; la misma que implica reducir la cantidad y toxicidad de los residuos que son generados en la actualidad. La reducción en el origen está en primer lugar en la jerarquía porque es la forma más eficaz de disminuir la cantidad de residuos, el coste asociado a su manipulación y los impactos ambientales.

ii. Reciclaje

Implica la separación y recogida de materiales de residuos, la preparación de estos materiales con miras a la reutilización, el reprocesamiento y la transformación en nuevos productos.

El reciclaje es un factor importante para ayudar a disminuir la demanda de materiales y recursos frescos, permitiendo así reducir la cantidad de residuos que necesitan espacio en los vertederos o rellenos sanitarios, contribuyendo a incrementar su vida útil.

iii. Transformación de Residuos

En tercer lugar en la jerarquía de Gestión Integral de Residuos Sólidos, se encuentra la transformación de residuos; ésta implica la alteración física, química o biológica de los residuos, un ejemplo de esta transformación lo constituye la combustión y la producción de abono. Dichas transformaciones permiten:

- a) Mejorar la eficacia de las operaciones y sistemas de gestión de residuos.
- b) Recuperar materiales reutilizables y reciclables.
- c) Recuperar productos de conversión como por ejemplo: compost, energía y biogás.
- d) Reducir la cantidad de materiales que terminan en el relleno sanitario e incrementar su vida útil.

iv. Vertido

El vertido es la etapa final de la gestión de los RS, en esta etapa se depositan los residuos que por su naturaleza físico- química no pueden ser reciclados ni utilizados en otros procesos productivos.

Solo hay dos alternativas disponibles para la manipulación a largo plazo de residuos sólidos y materia residual: evacuación en la superficie o dentro del manto de la Tierra. (Págs. 17-18)

1.1.4.4.Elementos Funcionales en el Manejo de los Residuos Sólidos

Según Tchobanoglous (1994), las actividades asociadas a la gestión de residuos sólidos, desde el punto de generación hasta la disposición final, han sido agrupadas en siete elementos funcionales:

- i. Generación de residuos
- ii. Manipulación, separación, almacenamiento y procesamiento en la fuente
- iii. Recolección
- iv. Separación y procesamiento
- v. Transferencia y transporte
- vi. Tratamiento
- vii. Disposición final (Pág. 19-20)

Figura 1: Elementos Funcionales en el Manejo de Residuos Sólidos



Fuente: Tchobanoglous, 1994.

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

1.1.5. Propiedades de los Residuos Sólidos

Es importante tener en cuenta las propiedades físicas y químicas de los RSU para desarrollar y diseñar sistemas de gestión integrada de residuos sólidos.

1.1.5.1. Propiedades Físicas

1.1.5.1.1. Peso

“Constituye una propiedad esencial para tener como referencia la cantidad de residuos sólidos que generan las personas. Esta característica determina si pueden ser recuperados para reinsertarlos en la cadena productiva o disponerlos en un relleno sanitario”. (Kiely, 1999, pág. 859)

1.1.5.1.2. Peso Específico

Determina el volumen ocupado por la masa de los residuos sólidos.

1.1.5.1.3. Porcentaje de Humedad

Expresa la diferencia entre residuos sólidos que tienen un determinado peso húmedo y peso seco. Constituye una propiedad importante porque marca la diferencia de peso entre residuos sólidos sean estos orgánicos e inorgánicos. Por lo general en los residuos sólidos se tiene una humedad aproximada del 25% al 40 % en peso. Los restos orgánicos contienen mayor humedad que los de naturaleza inorgánica. (Tchobanoglous, 1994, pág. 554)

A continuación en la Tabla 2 se detalla el porcentaje de humedad y densidad típicas de los RSO.

Tabla 2: Propiedad Física de Los RSO

TIPO DE RESIDUOS	%H ₂ O	DENSIDAD (Kg/m ³)
Orgánicos	70	291

Fuente: Tchobanoglous, 1994.

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

1.1.5.2. Propiedades Químicas

Las propiedades químicas de los residuos sólidos y sus componentes son una parte indispensable que permiten evaluar las diferentes opciones de procesamiento y recuperación, para determinar si se los puede utilizar como combustibles o pueden ser reinsertados en una cadena productiva, tal como:

A continuación en la Tabla 3 se muestra el porcentaje típico de los elementos químicos que constituyen los RSO.

Tabla 3: Porcentaje de los Elementos Químicos en los RSO

COMPONENTE	C	H	O	N	S	CENIZA
Orgánicos	48	6,4	37,6	2,6	0,4	5

Fuente: Tchobanoglous, 1994.

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

1.1.5.2.1. Contenido Energético de los Residuos Sólidos

Los residuos sólidos al contener hidrógeno, oxígeno y carbono cuentan con un determinado contenido energético que permite y ayuda a remplazar algunos combustibles.

En la tabla 4 se puede observar el contenido energético de los residuos orgánicos:

Tabla 4: Contenido Energético

COMPONENTE	KJ/Kg
Orgánicos	4650

Fuente: Tchobanoglous, 1994.

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

1.1.5.2.2. Biodegradabilidad

Se define como la capacidad que tiene un residuo sólido en degradarse mediante la acción de agentes biológicos sean estos microorganismos o insectos, debido principalmente a su composición de carbohidratos simples.

En la biodegradabilidad es importante tener en cuenta el contenido de la lignina, pues constituye un parámetro que permite determinar la fracción biodegradable de los residuos.

A continuación se establece el contenido de lignina para algunos tipos de residuos sólidos orgánicos:

Tabla 5: Biodegradabilidad

COMPONENTE	CONTENIDO DE LIGNINA (%)
Orgánicos	0,4
Papel Periódico	21,9
Papel Blanco	0,4
Cartón	12,9
Residuos de Jardín	4,1

Fuente: Tchobanoglous, 1994.

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

1.1.6. Impactos Ambientales de los Residuos Sólidos

Los residuos sólidos orgánicos e industriales son causa de problemas ambientales en las áreas urbanas, rurales y zonas industrializadas de los municipios, ya que generan impacto ambiental negativo por el inadecuado manejo de los mismos y amenazan la sostenibilidad y sustentabilidad ambiental. Es por esto que se debe tener especial cuidado en el manejo que se le da a los residuos que generamos.

1.1.6.1. Impactos Negativos de los Residuos Sólidos Orgánicos

Según Cegarra y Vogtmann (1994), los residuos orgánicos tienen un fuerte impacto sobre el ambiente, contaminando la atmósfera, el suelo y las aguas (superficiales y subterráneas), debido principalmente a sus altos contenidos en materia orgánica, elementos minerales, y a la presencia de patógenos vegetales y animales, etc.

Desde el momento en que se disponen los residuos, estos empiezan un proceso de descomposición en el cual la materia orgánica por medio de bacterias y otros microorganismos generan subproductos que pueden ser nocivos para la salud humana y para el ambiente. Estos subproductos se presentan de manera líquida y gaseosa, y cada uno recibe el nombre de lixiviados y gases de descomposición respectivamente.

La acumulación de tales subproductos genera numerosos problemas, entre los cuales los más importantes y conocidos son:

- a) Proliferación de insectos y roedores convirtiéndose en vectores de enfermedades.
- b) Incremento de poblaciones de aves (gallinazos) y otros animales consumidores de materia orgánica en descomposición.
- c) Contaminación del aire por emisión de gases producto de la descomposición de la materia orgánica (metano, dióxido de carbono, otros).
- d) Malos olores generados por la emanación del gas metano.
- e) Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.
- f) Afectación del paisaje
- g) Deterioro de la salud de la población localizada en los alrededores de los botaderos o sitios de acumulación. (Págs. 56-57)

1.1.6.1.1. Efectos de los Residuos Sólidos Orgánicos en el Relleno Sanitario

Según Seoáñez (2000), la fracción orgánica de los residuos generados en un municipio corresponde a más del 60% del total de los residuos, por lo que es un componente fundamental e influye en todas las etapas del servicio de aseo, costos tanto en la recolección, el transporte y la disposición final. Estos residuos orgánicos además ocasionan los siguientes problemas en el sitio de disposición final:

- i. El gran contenido de humedad (50 a 80 %) de esta fracción orgánica, es una de las principales fuentes de generación de lixiviado en el sitio de disposición final de los residuos sólidos, convirtiéndose en el principal problema ambiental de un relleno sanitario. La captación de lixiviados y el tratamiento dentro del relleno sanitario es uno de los mayores problemas técnico-económico a los que se enfrentan las entidades competentes en la GIRS.
- ii. La degradación anaeróbica de la fracción orgánica en el interior del relleno sanitario tiene como consecuencia la generación de gases orgánicos (biogás), como el metano, gases de efecto invernadero que deben ser captados y tratados antes de ser emitidos a la atmósfera. La captación y tratamiento de biogás en un relleno supone también dificultades técnicas y económicas en los rellenos.

- iii. Disminuyen la vida útil del relleno sanitario incrementando significativamente la cantidad de residuos que serán depositados.
- iv. Dificultan la operación del relleno sanitario por el grado de humedad y el requerimiento de mayor cantidad de material de cobertura.
- v. La degradación en condiciones anaeróbicas de la materia orgánica provoca emanación de olores desagradables. (Pág. 66-67)

1.1.6.2.Impactos Positivos de la Gestión Integrada de Residuos Sólidos

El correcto manejo de la GIRS trae como consecuencia los siguientes impactos positivos. (Campos, 1998, pág.7)

1.1.6.2.1. Conservación de Recursos

“El manejo apropiado de las materias primas, la minimización de residuos, las políticas de reciclaje y el manejo apropiado de residuos orgánicos traen como uno de sus beneficios principales la conservación y en algunos casos la recuperación de los recursos naturales a través del compostaje”. (Campos, 1998, pág.7)

1.1.6.2.2. Reciclaje

“Beneficio directo de una buena gestión lo constituye la recuperación de recursos a través de un tratamiento parcial o total que permita la reutilización de los residuos que pueden ser convertidos en materia prima o ser utilizados nuevamente en fines diferentes a los iniciales”. (Campos, 1998, pág.7)

1.1.6.2.3. Disminución en Niveles de Contaminación

“Se disminuyen los niveles de contaminación que producen los residuos orgánicos por el proceso natural de descomposición, el mismo que genera gas metano, proliferación de vectores transmisores de enfermedades y roedores”. (Campos, 1998, pág.7)

1.1.6.2.4. Conciencia Ambiental

“Se crea una conciencia ambiental en la población en cuanto a los hábitos de separación de desechos en origen y la utilización que estos pueden tener”. (Campos, 1998, pág.8)

1.1.6.2.5. Aumento en la Vida Útil del Relleno Sanitario

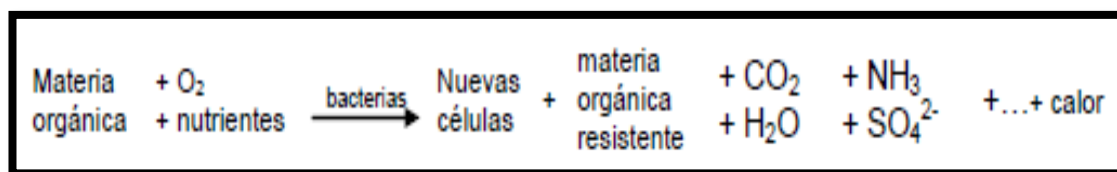
Aprovechar los materiales ya utilizados, bien sean orgánicos como inorgánicos disminuye la cantidad de residuos dispuesta en los rellenos sanitarios. Acción que prolonga el tiempo de vida útil del mismo, minimizando posibles impactos sociales a largo plazo (consecución de lotes para emplazamiento de rellenos sanitarios). (Campos, 1998, pág.8)

1.1.7. Tratamiento de Los Residuos Sólidos Orgánicos

1.1.7.1. Procesos Aerobios

La transformación aerobia general de los residuos sólidos puede describirse con la siguiente ecuación:

Figura 2: Ecuación de Transformación Aerobia General de RSO



Fuente: Tchobanoglous, 1994.

En muchos casos el amoníaco producido a partir de la oxidación de la materia orgánica carbonosa, se oxida para formar nitrato, proceso conocido como nitrificación.

Según Barradas (2009), la transformación aerobia puede realizarse a temperaturas mesófilas de 28 °C a 32 °C, o bien termófilas entre 55 °C y 60 °C, siendo necesaria la introducción de oxígeno, que no se revierta el proceso a anaerobio; para que la fermentación se realice a más velocidad.

El proceso de transformación aerobia de la materia orgánica es conocido comúnmente como compostaje que es un proceso bio-oxidativo (fermentación aerobia), que necesita un condicionante biológico para su funcionamiento y por tanto, estará sometido a varios factores, que influirán en mayor o menor grado en la actividad microbiana.

Este proceso aerobio implica sustratos orgánicos heterogéneos en su composición y procedencia y homogéneos en su tamaño. Durante la transformación se suceden diferentes etapas lo que concluye en reacciones de diferente significado, con producciones metabólicas intermedias que pueden resultar fitotóxicas, de ahí la importancia del control de la maduración y de la gestión adecuada.

Finalmente, el proceso aerobio conduce a la liberación de CO₂, agua, minerales y materia orgánica más o menos estabilizada, rica en poblaciones microbianas útiles y en bioactivadores de la fisiología vegetal. (Pág. 82)

1.1.7.1.1. Compostaje

Según Pérez (2010), el compostaje es un proceso de descomposición oxidativa de los constituyentes orgánicos de los materiales de desecho, que se lleva a cabo bajo condiciones controladas sobre sustratos sólidos orgánicos heterogéneos, originando abono que representa grandes beneficios cuando es adicionado al suelo.

Los materiales que pueden compostarse son todas las sustancias de origen vegetal o animal, como los residuos orgánicos domiciliarios, industriales, de actividades

agrícolas o las que se generan en el mantenimiento de áreas verdes (poda, corte de césped) y que se denominan residuos verdes.

Los materiales orgánicos se componen principalmente de compuestos de carbono e hidrógeno, que son utilizados por los microorganismos como fuente de alimento. La velocidad del proceso de compostaje depende esencialmente de los siguientes factores:

- i. Composición del material
- ii. Humedad
- iii. Aireación
- iv. Temperatura (Pág. 6-7)

1.1.7.1.1.1. Condiciones Óptimas

Según Pérez (2010), un control eficiente de los parámetros que se muestran en la Tabla 6, permitirá tener un proceso que trabaje de forma óptima disminuyendo el tiempo de producción del compost y como consecuencia aumentando las ganancias económicas.

Entre las variables más exigentes están la humedad, la relación C/N y la temperatura. No obstante, el control de la mayor cantidad posible de parámetros en el proceso garantiza los mejores resultados.

Tabla 6: Condiciones Óptimas del Proceso de Compostaje

CONDICIONES ÓPTIMAS	
Parámetro	Rango
Relación C/N	20 - 40
Humedad	40 - 65
Temperatura	40 - 65
pH	5,5 - 9
Tamaño de partícula	13 mm

Fuente: Pérez, 2010

Elaborado: Madeleine Alvaro y Ana Olives

El proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica.

Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la descomposición se necesitan de condiciones óptimas.

Los factores más importantes son:

i. Relación C/N equilibrada

El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Una relación C/N de 25 - 35 es la adecuada, pero puede variar en función de las materias primas que van a ser utilizadas en el proceso. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Mientras que una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco.

Es importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con diferentes relaciones C/N para obtener un compost equilibrado. Los materiales orgánicos ricos en carbono y pobres en nitrógeno son la paja, el heno seco, las hojas, las ramas, la turba y el serrín. Los pobres en carbono y ricos en nitrógeno son los materiales vegetales frescos, los excrementos de animales y los residuos de los camales.

ii. Humedad

En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40 % - 60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas, para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75 % - 85 % mientras que para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50 % - 60 %.

iii. Temperatura

Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35 °C - 55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos útiles para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados. En ésta etapa se degradan ceras, proteínas y hemicelulosas y, escasamente la lignina. Cuando se inicia la etapa de enfriamiento, los hongos termófilos que resistieron en las zonas menos calientes del proceso realizan la degradación de la celulosa.

iv. pH

Influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. El rango óptimo es de 5,5 a 9. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5 - 8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia de pH entre 6 - 7,5.

v. Oxígeno

La presencia de oxígeno dentro del proceso de compostaje es primordial, pues define el tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada. La aireación de la pila de compost es necesaria ya que durante la fase biooxidativa el porcentaje inicial de oxígeno puede verse reducido hasta en un 20%, mientras que el dióxido de carbono aumenta hasta un 5%. También hay que tener cuidado con la excesiva aireación de la pila ya que podría provocar el enfriamiento del material, así como un incremento de la evaporación de agua, lo que supondría la reducción de la actividad microbiana.

vi. Población microbiana

El compostaje es un proceso aeróbico de descomposición de la materia orgánica, llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos. (Pág. 8-9)

1.1.7.1.2. Vermicompost

Según Barradas (2000), el vermicompostaje define como un proceso de biooxidación y estabilización de la materia orgánica, mediado por la acción combinada de lombrices de tierra y microorganismos, del que se obtiene un producto final estabilizado, homogéneo y de granulometría fina denominado vermicompost. Como en todos los tratamientos biológicos referidos a la gestión de residuos orgánicos se trata de procesos que ocurren en la naturaleza de forma habitual y con los que se cierra el ciclo de la materia orgánica.

Existen muchos tipos de lombrices, pero la más utilizada para vermicompostaje es la conocida como lombriz roja de California (*Eiseniafoetida*). De color rojo púrpura, con la cola algo achatada y levemente amarilla. El peso es de un gramo aproximadamente y mide de 5 a 9 cm, con 3 - 5 mm de diámetro.

Un gran número de residuos orgánicos generados pueden ser utilizados en procesos de vermicompostaje. Aunque en general, la mezcla de varios residuos facilita que el proceso sea más rápido y el producto de mayor calidad. Las materias primas para el vermicompostaje básicamente son las mismas que para el compostaje. (Pág. 93)

1.1.7.1.2.1. Condiciones Óptimas

Según Barradas (2000), para el buen desarrollo de las lombrices y la obtención de un vermicompost de calidad es necesario mantenerlas en condiciones óptimas.

- i. Ausencia de luz: Las lombrices viven debajo de la superficie del suelo y no toleran bien la luz.
- ii. Humedad: La presencia de cutícula permeable hace que pierda agua fácilmente, no conviene que baje drásticamente la humedad, porque no sólo paraliza la actividad sino que se puede reducir la población de las lombrices.
- iii. Temperatura: Debe oscilar entre los 20 °C, aunque resisten temperaturas entre los 4 °C – 30 °C. Así cuando la temperatura es inferior a 7 °C, las lombrices no se reproducen, pero siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad.

- iv. pH: No soportan valores inferiores a 4,5; la acidez resulta desagradable para las lombrices.
- v. Alimentación: las lombrices prefieren los restos vegetales algo descompuestos con una relación C/N relativamente baja, esto hace que presenten una fuerte selectividad con respecto a la vegetación que existe sobre el suelo. Los restos de verduras y frutas de cocina son de su agrado en cuanto a la relación C/N.(Págs. 94-95)

1.1.7.2.Procesos Anaerobios

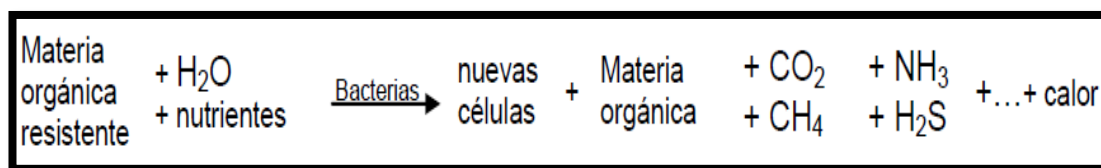
Según Barradas (2000), la degradación anaerobia de sustancias orgánicas como se observa en la ilustración 4, tiene lugar en ausencia de oxígeno. Los microorganismos anaerobios emplean las sustancias orgánicas como fuente de alimento, logrando su degradación.

Como producto se forma biogás, compuesto principalmente de metano (60 %) y dióxido de carbono (35%); el biogás se puede aprovechar como fuente de energía.

Los complejos procesos de la degradación anaerobia constan, de forma simplificada, de tres fases: hidrólisis, acidogénesis, metanogénesis. Estos procesos metabólicos que tienen lugar en cada fase son realizadas por distintos microorganismos.

Los procesos anaerobios son apropiados para el tratamiento de aguas residuales con concentraciones muy elevadas de sustancias orgánicas, como las que se producen, por ejemplo, en la industria alimentaria o en la papelera. (Pág. 96)

Figura 3: Transformación Anaerobia



Fuente: Tchobanoglous, 1994

1.1.8. Problemática y Situación Actual de los RSU en el DMQ

Dentro del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) existen 33 parroquias suburbanas con una población total de 2239141 habitantes. (INEC, censo 2010)

El DMQ según la Ordenanza 002 del 14 de diciembre del 2000 queda dividido en 11 Zonas Metropolitanas. Ocho de ellas cuentan con su respectiva Administración Zonal como se muestra en el Tabla 7.

Tabla 7: Administraciones Zonales del DMQ

ADMINISTRACIONES ZONALES DEL DMQ	
Zonas Distritales	
1.	Administración Zona Equinoccial (La Delicia)
2.	Administración Zona Calderón
3.	Administración Zona Norte (Eugenio Espejo)
4.	Administración Zona Centro (Manuela Sáenz)
5.	Administración Zona Sur (Eloy Alfaro)
6.	Administración Zona de Tumbaco
7.	Administración Zona Valle de Los Chillos
8.	Administración Zona Quitumbe

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

El DMQ es uno de los ejes más importantes del desarrollo de actividades productivas que contribuyen al progreso de Ecuador. Este desarrollo ha traído consigo el crecimiento de la población y, por ende, el aumento de hábitos de consumo, generadores de una gran cantidad de residuos sólidos que deben someterse a una correcta gestión. (Atlas Ambiental- DMQ, 2008, sp.)

1.1.8.1.Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en el DMQ

1.1.8.1.1. Generación de RSU en el DMQ

En el 2007, el DMQ generó aproximadamente 1800 toneladas diarias de basura (EMASEO, 2008). Tal cantidad de desechos debe ser depositada en el relleno sanitario de El Inga, lo que implica el uso de grandes recursos para su recolección, transporte, transferencia y disposición final.

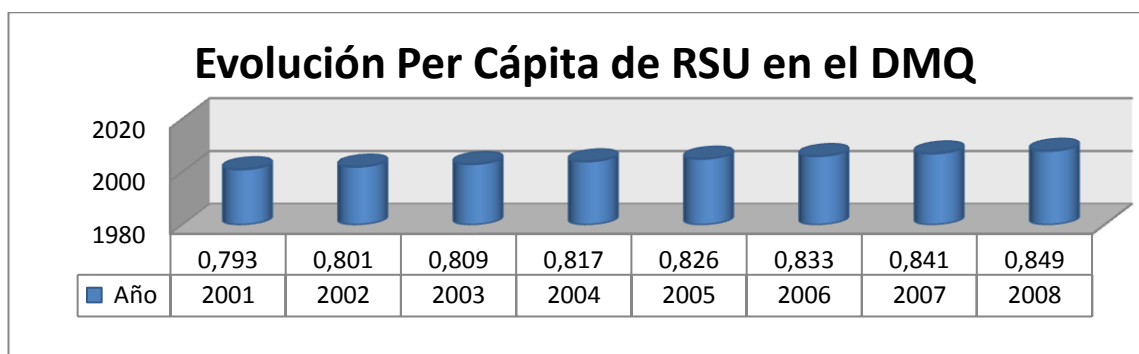
El crecimiento de los hábitos de consumo de la población se puede corroborar con el aumento de la producción per cápita de RSU, que indica que para el año 2008 cada habitante del DMQ está generando 0,84 kg de residuos por día como muestra la Tabla 8 y la Figura 1, es decir, más de 55 libras de residuos por mes. (EMASEO, 2008, sp.)

Tabla 8: Evolución de la Producción Per Cápita de RSU en el DMQ

AÑO	PRODUCCIÓN PER CÁPITA (kg/hab/día)
2001	0,793
2002	0,801
2003	0,809
2004	0,817
2005	0,826
2006	0,833
2007	0,841
2008	0,849

Fuente: EMASEO, 2007

Figura 4: Evolución de la Producción Per Cápita de RSU en el DMQ



Fuente: EMASEO, 2007

Composición de RSU en el DMQ

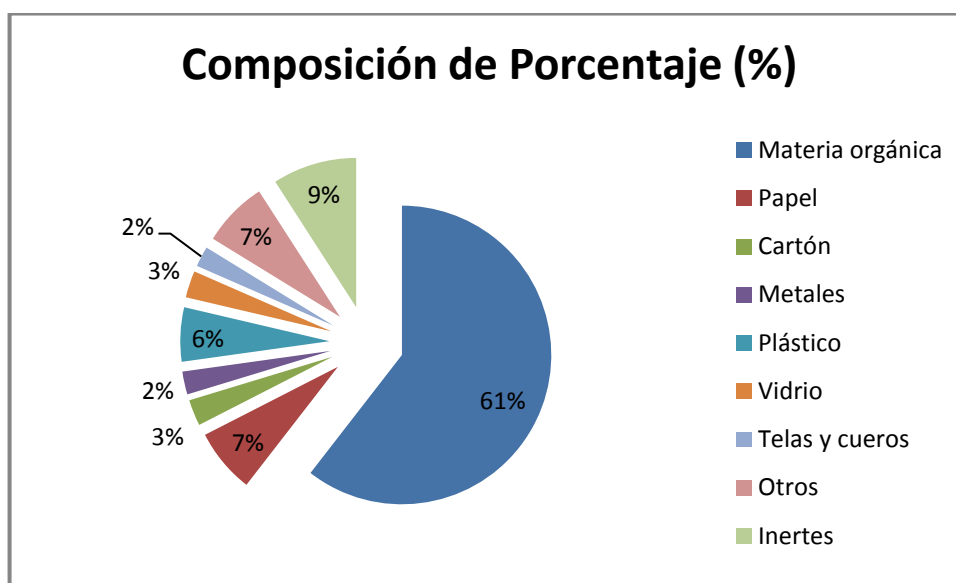
En el año 1998 la Dirección de Planificación de EMASEO realizó el estudio de Producción Per Cápita (PPC), usando una proyección aproximada de la población de 1931933 habitantes. La PPC para ese año fue de 0,75 kg/hab/día, con lo que se concluye que el Distrito generó un total de 1450 toneladas de basura por día; en el mismo estudio, se realizó también una clasificación de subproductos para determinar el volumen y el peso de los residuos en todos los sectores de la población. En la Tabla 9 y Figura 2 se puede observar el cuadro general de la composición de residuos sólidos urbanos por día y porcentaje, generados en el DMQ. (EMASEO, 1998, sp)

Tabla 9: Caracterización de los RSU en el Año 1998

TIPO DE RESIDUOS	COMPOSICIÓN EN PESO (Ton/día)	COMPOSICIÓN EN PORCENTAJE (%)
Materia orgánica	876	60,5
Papel	101	7
Cartón	41	2,8
Metales	36	2,5
Plástico	85	5,9
Vidrio	42	2,9
Telas y cueros	32	2,2
Otros	103	7,1
Inertes	132	9,1
Total	1448	100

Fuente: EMASEO, 1988

Figura 5: Producción de Residuos Sólidos por Habitante en el Sector Domiciliar de la Ciudad de Quito.



Fuente: EMASEO, 2007

1.1.8.1.2. Producción de RSU por Generador

En el año 2007, EMASEO realizó un estudio de la composición física de los residuos sólidos urbanos, así como también de su composición por fuente generadora como se puede observar en la Tabla 10.

Tabla 10: Producción de Residuos por Generador

GENERADOR	GENERADOR EN PORCENTAJE
Desechos industriales	12,5
Desechos de Mercados	5,9
Desechos Peligrosos	
Hospitalarios	0,2
Desechos de Barridos	5,0
Desechos de mayores productores	10,0
Residuos domiciliarios	66,4
TOTAL	100

Fuente: EMASEO, 2007

1.1.8.1.3. Disposición Final

La disposición final de los residuos en el DMQ se realiza en el relleno sanitario el Inga, ubicado a 45 km de la ciudad de Quito, dentro de una Zona Industrial de Alto Impacto, en el sector del Inga bajo, entre Pifo y Sangolquí.

1.1.8.1.4. Problemática Socio Ambiental

La disposición final de residuos sólidos representa un serio problema para ciudades y otros centros poblados. Los desechos sólidos urbanos no peligrosos pueden ser dispuestos de diferentes maneras, siendo práctica común en nuestra sociedad el uso de vertederos no controlados o botaderos. En estos lugares no se tiene un manejo técnico de los residuos, lo cual produce contaminación ambiental, afectaciones a la salud de las personas, afectaciones al paisaje, malos olores, etc.

El relleno sanitario es la respuesta técnica al problema de la disposición final de desechos sólidos urbanos. Mediante el manejo técnico de los desechos se logra minimizar o eliminar un alto porcentaje de las afectaciones negativas al ambiente, a la salud y a la calidad de vida de las personas.

Para lograr este objetivo, un relleno sanitario debe contar con un manejo técnico eficiente y un Plan de Manejo Ambiental que permita solventar los problemas ambientales que se presentan como parte de la operación.

1.1.8.1.4.1. Productos Derivados

i. Lixiviados

Líquido que percola a través de los residuos, formado por el agua proveniente de precipitaciones, pluviales o escorrentías. El lixiviado puede provenir además de la humedad de los residuos, por reacción o descomposición de los mismos y que arrastra sólidos disueltos o en suspensión y contaminantes que se encuentran en los mismos residuos. (TULSMA, 2012, Pág. 434)

La calidad de los lixiviados generados en un relleno sanitario depende de varios factores, siendo el principal la calidad de desechos orgánicos que ingresan al mismo. La correcta disposición final y el control de agua de escorrentía pueden influenciar en la calidad y cantidad de lixiviados generados. Por lo general, los lixiviados de los RSU contienen una alta concentración de materia orgánica, alto contenido de nitrógeno y fósforo, baja presencia de patógenos y bajas concentraciones de metales pesados. (TULSMA, 2012, Pág. 434)

ii. Biogás

El biogás es una mezcla de gases combustible que se genera en el interior del relleno sanitario bajo condiciones anaeróbicas, a partir de la materia orgánica de los residuos sólidos, que representan el 70 % del total. Los residuos son transformados por la acción de microorganismos metanogénicos, presentes en los RSU, y bajo condiciones ideales de temperatura, pH, humedad. (Tchobanoglous, 1994, Pág.110)

1.1.9. Marco Legal Aplicable

El Ministerio del Ambiente es la entidad ecuatoriana rectora, coordinadora y reguladora del sistema nacional descentralizado de gestión ambiental; sin afectar las atribuciones que en el ámbito de sus competencias y acorde a las leyes que las regulan, ejercen otras instituciones del Estado.

1.1.9.1. Normativa General

La base legal sobre la cual se enmarcará el presente trabajo de investigación es la siguiente:

1.1.9.1.1. Constitución Política de la República del Ecuador

Publicada en Registro Oficial el 20 de octubre del 2008. Es la norma fundamental que contiene los principios, derechos y libertades de quienes conforman la sociedad

ecuatoriana y constituye la cúspide de la estructura jurídica del Estado, en la cual establecen las siguientes garantías y principios ambientales:

Artículo 14 de la sección segunda, Ambiente sano, reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, que en idioma kichwa se denomina *sumak kawsay*. De igual manera, declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Artículo 23 Capítulo 2, establece el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación.

Artículo 20 establece el derecho a una calidad de vida que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, saneamiento ambiental, educación, empleo y otros servicios otros servicios sociales necesarios.

Artículo 276 numeral 4, señala que el régimen de desarrollo tendrá entre otros objetivos, el recuperar y preservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable, que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad de agua, aire y suelo, y a los beneficios, de los recursos del subsuelo, y del patrimonio natural.

Artículo 397 numerales 2 y 3, señala de interés público la preservación del ambiente, para lo cual el Estado se compromete a establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

Artículo 415 establece que los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de reducción, reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. (Constitución Política del Ecuador, 2008)

1.1.9.1.2. Ley de Gestión Ambiental

La Ley de Gestión Ambiental publicado en R.O. No. 245 del 30 de julio de 1999 establece normas básicas para la aplicación de políticas ambientales, además considera y regula la participación de sectores públicos y privados en temas relacionados al medio ambiente con se menciona en:

Artículo 2.- La Gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales.(Ley de Gestión Ambiental, 1999)

1.1.9.1.3. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

El TULSMA permite dirigir la gestión ambiental a nivel nacional, para lograr el uso sustentable y la conservación del capital natural del Ecuador, asegurar el derecho de sus habitantes a vivir en un ambiente sano y apoyar la competitividad del país.

Libro 6, Anexo 6, Normas De Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Sólidos No Peligrosos.

Establece:

4.1 De las responsabilidades en el manejo de los desechos sólidos

4.1.1 El Manejo de los desechos sólidos en todo el país será responsabilidad de las municipalidades, de acuerdo a la Ley de Régimen Municipal y el Código de Salud. Las municipalidades o personas responsables del servicio de aseo, de conformidad con las normas administrativas correspondientes podrán contratar o conceder a otras entidades las actividades de servicio. (TULSMA, 2012)

1.1.9.1.4. Ley Orgánica de la Salud

Según el Registro Oficial Suplemento # 423 emitido el 22 de diciembre del 2006 establece las siguientes normas.

Capítulo I Del derecho a la salud y su protección.

Art. 3.- La salud es el completo estado de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. Es un derecho humano inalienable, indivisible, irrenunciable e intransigible, cuya protección y garantía es responsabilidad primordial del Estado; y, el resultado de un proceso colectivo de interacción donde Estado, sociedad, familia e individuos convergen para la construcción de ambientes, entornos y estilos de vida saludables.

Capítulo II De Los Desechos Comunes, Infecciosos, Especiales Y De Las Radiaciones Ionizantes Y No Ionizantes.

Art. 97.- La autoridad sanitaria nacional dictará las normas para el manejo de todo tipo de desechos y residuos que afecten la salud humana; normas que serán de cumplimiento obligatorio para las personas naturales y jurídicas.

Art. 98.- La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con las entidades públicas o privadas, promoverá programas y campañas de información y educación para el manejo de desechos y residuos.

Art. 100.- La recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos es responsabilidad de los municipios que la realizarán de acuerdo con las leyes, reglamentos y ordenanzas que se dicten para el efecto, con observancia de las normas de bioseguridad y control determinadas por la autoridad sanitaria nacional. El Estado entregará los recursos necesarios para el cumplimiento de lo dispuesto en este artículo. (Ley Orgánica de Salud, 2006)

1.1.9.1.5. Ordenanza Metropolitana No. 0332 del DMQ

“Gestión Integral de Residuos Sólidos del Distrito Metropolitano de Quito Capítulo II, Sección V Reducción, aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos no peligrosos”, establece lo siguiente:

Artículo 55.- Centros de compostaje.- A fin de fomentar la separación de los residuos y mejorar la gestión de los residuos y reducir el impacto ambiental de los mismos, el Municipio implementará programas de separación de materia orgánica en los residuos sólidos. Para esto el Municipio o los gestores ambientales calificados construirán, operarán y mantendrán centros de compostaje o de procesamiento de residuos orgánicos, de conformidad con lo que establece esta norma y la legislación ambiental vigente.(OM 332, 2010)

1.1.9.1.6. Ordenanza Metropolitana No. 0171 del Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial.

El Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial define las estrategias territoriales de uso, ocupación y manejo del suelo en función de los objetivos económicos, sociales, ambientales y urbanísticos; diseña y adopta los instrumentos y procedimientos de gestión que permitan ejecutar actuaciones integrales y articular las actuaciones sectoriales que afectan la estructura del territorio y define los programas y proyectos que concreten estos propósitos. (OM 0171, 2010)

CAPÍTULO 2

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.Zona de Estudio

Considerando que la finalidad de este estudio es la identificación del potencial aprovechable de los RSO y debido a que los sectores productivos a evaluarse son heterogéneos es necesario agrupar a los mismos siguiendo un criterio de selección, dado principalmente por la zona geográfica, tipo de sector y cantidad de generación de RSO.

2.1.1. Sectorización

La zona a ser estudiada comprende las Administraciones Zonales Eloy Alfaro y Quitumbe, correspondientes al sector Sur del DMQ.

2.1.2. Recopilación de Bases de Datos de los Sectores

A continuación se describe la metodología utilizada para la recopilación de datos de los sectores a ser estudiados: industrias, supermercados, parques y jardines y mercados respectivamente.

En el Anexo No 1 se pueden observar la base de datos recopilada de los 4 sectores productivos antes mencionados.

2.1.2.1.Industrias

2.1.2.1.1. Instrumentos de Selección

i. La Clasificación Industrial Internacional Uniforme

La Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) de todas las actividades económicas es la clasificación de referencia de las actividades

productivas. Su objetivo principal es proporcionar un conjunto de categorías de actividades que puedan utilizarse para la recopilación y presentación de informes estadísticos de acuerdo con esas actividades. (Naciones Unidas, 2006, Pág.7)

Por medio del CIU, se establece una selección de actividades de interés para el presente estudio debido a su alto potencial de generación de RSO, las cuales son: las industrias madereras y alimenticias.

ii. Sistema de Información Ambiental Distrital

El Sistema de Información Ambiental Distrital es una herramienta que proporciona datos ambientales que permiten tener una visión clara sobre los aspectos de gestión ambiental que se llevan a cabo en el Distrito Metropolitano de Quito, con la finalidad de fortalecer el compromiso y la corresponsabilidad ciudadana en la política ambiental. (Secretaria de Ambiente DMQ, 2012, sp)

Para este estudio se tomó en cuenta los RSO. La información de la generación de residuos sólidos no domésticos orgánicos se obtuvo de todas las industrias según la categoría.

Tabla 11: Clasificación De Residuos Orgánicos

CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS	
Código	Categoría
6,4	Madera
6,5	Otros residuos vegetales
6,6	Residuos animales
6,7	Otros residuos orgánicos

Fuente: SIAD, 2011

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

2.1.2.1.2. Madereras

Según el SIAD las industrias madereras se identifican con el siguiente código:

Código D20= Se establece la actividad económica industria maderera

Sección D= industrias manufactureras

“La industria maderera es el sector de la actividad industrial que se ocupa del procesamiento de la madera. El producto final de esta actividad puede ser la fabricación de mobiliario, o la obtención de celulosa para la fabricación de papel, entre otros derivados de la madera”. (Naciones Unidas, 2006, Pág.87)

Figura 6: Industria Plywood.



Imagen: Madeleine Alvaro y Ana Olives

2.1.2.1.3. Alimenticias

Según el SIAD las industrias alimenticias se identifican con el siguiente código:

Código D15= Se establece la actividad económica industria alimenticia

Sección D= industrias manufactureras

“La industria alimenticia es la encargada de la elaboración, transformación, preparación, conservación y envasado de los alimentos de consumo humano y animal. Las materias primas de esta industria consisten principalmente de productos de origen vegetal y animal”. (Naciones Unidas, 2006, Pág.87)

Tabla 12: Industrias Muestreadas Zona Sur del DMQ

ADMINISTRACION ZONAL	NOMBRE	GENERACIÓN TOTAL DIARIA (Ton)
Eloy Alfaro	Tanasa Tabacalera Andina S.A.	0,432
Eloy Alfaro	Laminati Maderera S.A.	0,796
Quitumbe	Plywood Ecuatoriana S. A.	7,561
Quitumbe	Enchapes Decorativos S.A. Endesa	13,406

Fuente: SIAD, 2011

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

2.1.2.2.Supermercados

Según el CIU los supermercados corresponden al siguiente código:

Código 521112 = Se establece la actividad económica almacenes medianos (venta de alimentos); supermercados.

“Los supermercados son establecimientos comerciales urbanos que venden bienes de consumo masivo en sistema de autoservicio, entre los que se encuentran alimentos, ropa, artículos de higiene, limpieza, entre otros”. (Naciones Unidas, 2006, Pág.191)

En ésta categoría se tomaron en cuenta los locales mencionados a continuación:

- i. Supermaxi, Megamaxi y Akí
- ii. Santa María
- iii. Mi comisariato

Figura 7: Mi Comisariato Villaflores.



Imagen: Madeleine Alvaro y Ana Olives

Se realizó un sondeo previo mediante visitas y entrevistas a los encargados de la administración de los 11 locales de supermercados pertenecientes a las dos Administraciones Zonales Eloy Alfaro y Quitumbe, con el fin de recopilar datos estimados respecto a la cantidad diaria de generación de RSO.

De acuerdo a los horarios de recolección de cada local de supermercado se definió un cronograma de muestreo, que se puede observar a continuación:

Tabla 13: Generación Diaria de Residuos Sólidos y Horarios de Muestreo en Supermercados

ADMINISTRACION ZONAL	EMPRESA	NOMBRE	DIRECCIÓN	Tm RS	HORARIO DE MUESTREO
Quitumbe	Santa María	Chillogallo	Mariscal Sucre s/n y Coronado	0,036	06:00 a 08:00
Eloy Alfaro	Santa María	Panamericana sur	Minerva s543-1 y Maldonado	0,030	08:00 a 09:00
Eloy Alfaro	Aki	Aki Solanda	Balzar esquina s/n y Teniente Hugo Ortiz		06:00 a 08:00
Eloy Alfaro	Aki	Aki Guajaló	Av. Pedro Vicente Maldonado s/n entre Cusubamba y Las Lajas	0,020	06:00 a 08:00
Eloy Alfaro	Megamaxi	Megamaxi el Recreo	Av. Pedro Vicente Maldonado s11-122 no. 136 (C.C. El Recreo)	0,055	07:00 a 08:00
Eloy Alfaro	Megamaxi	Megamaxi Quicentro Sur	Av. Morán Valverde y Panamericana Sur		07:00 a 08:00
Eloy Alfaro	Mi Comisariato	Villaflora	Av. Rodrigo de Chávez oe2-286 y Galte	0,035	18:30 a 19:30
Quitumbe	Aki	Aki Guamaní	Av. Pedro Vicente Maldonado s/n y Yanayacu		06:00 a 08:00
Quitumbe	Aki	Aki Chillogallo	Av. Mariscal Sucre s/n y Cusubamba	0,040	6:00 a 08:00
Quitumbe	Supermaxi	Supermaxi Atahualpa	Pedro Capiro s/n y Av. Antonio José de Sucre	0,010	07:00 a 08:00
Eloy Alfaro	Santa María	Villaflora	Corazón 320 y Casitahua esq.	0,015	17:00 a 19:30

Fuente: Dirección Metropolitana de Comercialización, 2011.

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

Los locales de supermercados a ser muestreados se escogieron de acuerdo a la cantidad de generación proporcionada por las cadenas de supermercados a la consultoría contratada por la Empresa Metropolitana de Gestión Integrada de Residuos Sólidos (EMGIRS-EP), ya que el presente trabajo hace parte de la misma, a fin de, a partir de un análisis estadístico determinar la tasa de generación y la composición, siendo la siguiente la lista determinada por el consultor y con la que se trabajó:

Tabla 14: Supermercados Muestreados

SUPERMERCADOS	NOMBRE	CANT. GENERACIÓN DIA (TON)
Santa María	Villaflora	0,02
Santa María	Panamericana Sur	0,03
Santa María	Chillogallo	0,04
Comisariato	Villaflora	0,04
Aki	Guajaló	0,02
Megamaxi	Recreo	0,06

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

2.1.2.3. Parques y jardines

La información de parques y jardines se obtuvo con la colaboración de la EMMOP-EP Unidad de Espacio Público, en la cual se cuenta únicamente con reportes diarios de generación por mantenimiento de áreas, basándose en número de volquetas utilizadas para la recolección de residuos vegetales.

Figura 8: Parque Las Cuadras

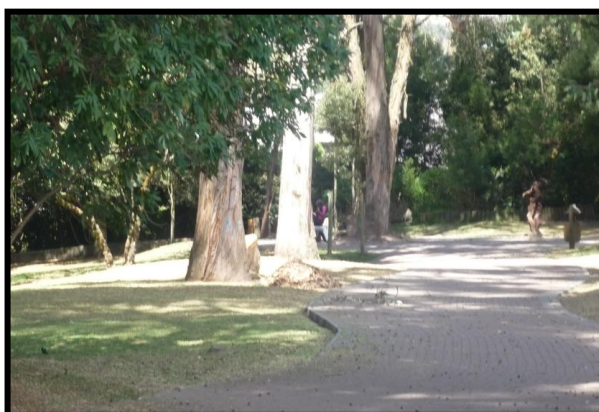


Imagen: Madeleine Alvaro y Ana Olives

El cronograma de trabajo es semanal y se planifica el día viernes de cada semana.

2.1.2.3.1. Información obtenida de la Gerencia de Espacio Público

- i.** Base de datos de áreas verdes (parques y jardines) por áreas del DMQ.
- ii.** Información de reporte mensual de volquetas utilizadas para recolección de residuos vegetales.
- iii.** Archivos shapes de áreas verdes del DMQ necesarios para el estudio.

En el DMQ, la Gerencia de Espacio Público gestiona 5055 Ha. correspondientes a 4100 espacios públicos, que comprende el diseño, construcción y equipamiento de áreas verdes públicas, así como su mantenimiento, seguridad y servicios complementarios como: baterías sanitarias, parqueaderos, iluminación, piletas, arte público, eventos.

El 80% del mantenimiento del DMQ se realiza con Grupo Minga Norte (90 personas y 23 parqueros) y Minga Sur (89 personas y 21 parqueros) más el personal administrativo de apoyo.

El 20% restante es atendido por Administraciones Zonales, con 160 trabajadores de la EPMMOP que realizan sus labores independientemente.

Los dos grupos mencionados anteriormente realizan las actividades de mantenimiento integral a cada Administración en una semana. Por lo tanto, cada uno atiende cuatro Zonas Administrativas por mes.

La planificación para la atención se la realiza en base a un inventario de espacios verdes codificados con el que cuenta la Gerencia de Espacio Público.

Cada coordinador de los Grupos Minga planifica con ayuda de un mapa que contiene los espacios verdes codificados para que pueda atender todos en una semana.

Tabla 15: Áreas Verdes Muestreadas Correspondientes a la Zona Sur del DMQ

ADM. ZONAL	PARQUES Y JARDINES MUESTREADOS	ÁREA DE MUESTREO (m ²)	CANTIDAD DE GENERACIÓN (Kg)
Eloy Alfaro	Parque Lineal El Recreo	240	22,6
Eloy Alfaro	Parque de la Cdla. Atahualpa III etapa	987,5	48,8
Quitumbe	Parque las Cuadras	1500	160,4

Fuente: Gerencia de Espacio Público DMQ, 2012

2.1.2.4.Mercados

“Los mercados son un conjunto de establecimientos destinados para comercializar productos de primera necesidad, principalmente productos de tipo perecibles como carnes, frutas y verduras”. (Naciones Unidas, 2006, Pág.191)

Figura 9: Mercado La Magdalena.



Imagen: Madeleine Alvaro y Ana Olives

Los datos referentes a los mercados del DMQ presentados, fueron obtenidos mediante visitas a la Dirección Metropolitana de Comercialización, en donde se tuvo entrevistas con los encargados de las áreas de Catastro y Proyectos, quienes nos proporcionaron datos de generación estimados de los mercados.

Tabla 16: Mercados Muestreados Zona Sur del DMQ

ADMINISTRACIÓN ZONAL	MERCADOS	Tm RS / día Normal
Eloy Alfaro	La Magdalena	0,66
Quitumbe	Las Cuadras	1,33
Eloy Alfaro	Chiriyacu	2,33
Eloy Alfaro	Solanda	0,3
Eloy Alfaro	Mayorista	20

Fuente: Dirección Metropolitana de Comercialización, 2012

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

2.1.3. Georeferenciación de Establecimientos Según Zonas y Sectores Productivos

La georeferenciación servirá para generar mapas en los que se ubiquen todos los puntos de los establecimientos tomados en cuenta para el estudio.

Para la recopilación de la información geográfica se utilizaron Archivos Shapes de la Secretaria de Territorio, Hábitat y Vivienda, Secretaria General de Planificación y de la Unidad de Espacio Público de la EPMMOP, específicamente para los parques y jardines del DMQ.

Para el análisis de la información geográfica se utilizó:

- i.** Proyección: Transversa Mercator para Quito (TMQ)
- ii.** Elipsoide: WGS-84
- iii.** Zona: 17 sur
- iv.** Programa Arc Gis 9.0

2.1.3.1.Toma de Datos *in situ*

Se tomaron los puntos con un equipo GPS en cada uno de los establecimientos de los sectores productivos.

Tabla 17: Toma de Puntos GPS de los Sectores Productivos







CATEGORÍA	LUGAR GEOREFERENCIADO	FOTO TOMANDO EL PUNTO GPS
Industria		
Mercado		
Supermercado		

Imagen: Madeleine Alvaro y Ana Olives

2.1.3.2. Análisis de Datos por Sistemas de Información Geográfica

Se comparó la información recopilada en campo y en bases de datos, utilizando bases de datos públicas, institucionales y municipales, con el fin de verificar si los puntos fueron tomados en los sitios correctos.

2.1.4. Selección de la Muestra

2.1.4.1. Análisis de Información de la Base de Datos

Para la determinación de la muestra, se utilizó la cantidad de generación diaria recopilada de las bases de datos.

2.1.5. Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos

Según (Runfola 2009), la caracterización de los residuos sólidos urbanos se define como a un conjunto de acciones en base a una metodología, para recolectar los datos que nos permitan determinar las cantidades de residuos, su composición y sus propiedades en una determinada localidad y en un tiempo determinado. (Pág. 1)

2.1.5.1. Metodología para la Realización del Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos

El análisis por muestreo estadístico implica la toma de un número representativo de muestras de residuos sólidos de alguna de las fuentes durante un tiempo, determinándose los pesos totales y de sus componentes. A partir de un análisis estadístico se determinan la tasa de generación y la composición. El número de muestras dependerá de la precisión que se quiera alcanzar, aplicándose métodos estadísticos. (Runfola 2009, Pág. 4)

2.1.5.2. Metodología del Muestreo

La norma mexicana NMX-AA-15-1985, referente a la forma de realizar un muestreo para residuos sólidos urbanos, establece el método de cuarteo para las diferentes determinaciones de campo y laboratorio.

El objetivo es contar con residuos de características homogéneas.

2.1.5.2.1. Materiales y Equipos

Tabla 18: Materiales

LISTADO DE MATERIALES
Balanza mecánica de hasta 100 Kg, con precisión de ± 0.5 Kg
Recipientes de 70 lts, 20 lts y 10 lts.
Palas de punta cuadrada
Cámara fotográfica
Hoja de registro de datos de composición (Anexo 2)
Plástico negro
Baldes de 12, 16 y 70 litros.
Escobas
Fundas de basura industriales de 50 Kg
Costales de 50 Kg
Equipo de protección personal
Material de aseo personal
Material de aseo del equipo

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

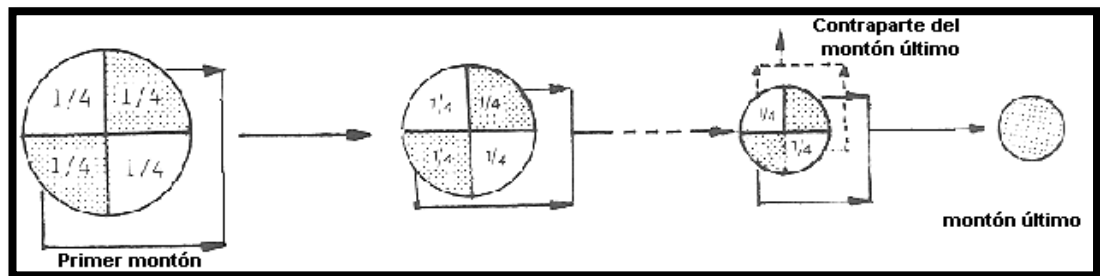
2.1.5.2.2. Procedimiento

- i. Para realizar el cuarteo, se toman los residuos sólidos resultados del muestreo para el estudio de generación.
- ii. El contenido se vacía formando un montón o pila sobre un área plana horizontal de 4m por 4m.
- iii. El montón de residuos sólidos se traspalea hasta homogeneizarlos, se divide en cuatro partes iguales A, B, C, D y se eliminan las partes opuestas A y C o

B y D, repitiendo esta operación hasta dejar un máximo de 50 kg, para selección de subproductos

- iv. De las partes eliminadas del primer cuarteo se toman 10 kg, para análisis físicos, químicos y biológicos. Con el resto se determina el peso volumétrico.

Figura 10: Método de Cuarteo



Fuente: Sbarato, 2001.

A continuación se representa mediante fotografías el procedimiento descrito anteriormente:

- a. Para realizar el cuarteo, se toman los residuos sólidos resultados del muestreo para el estudio de generación.

Figura 11: Residuos del Supermercado Santa María Chillogallo



Imagen: Madeleine Alvaro y Ana Olives

- b. El contenido se vacía formando un montón o pila sobre un área plana horizontal de 4m por 4m.

Figura 12: Residuos Sólidos Formando Pilas de 4m X 4m



Imagen: Madeleine Alvaro y Ana Olives

- c. El montículo de residuos sólidos se traspalea hasta homogeneizarlos, se divide en cuatro partes iguales A, B, C, D y se eliminan las partes opuestas A y C o B y D, repitiendo esta operación hasta dejar un valor máximo de 50 kg, para selección de subproductos.



Figura 13: Homogenización de residuos



Imagen: Madeleine Alvaro y Ana Olives

Posteriormente se procede a separar los residuos de acuerdo a sus características como se muestra en la siguiente tabla, cuyo formato de registro de datos se encuentra en el anexo 2 del presente documento:

Tabla 19: Categorización de RSO

CATEGORÍA	FOTO
Residuo de comida preparada	
Aserrín, viruta y madera	
Residuos de legumbres y frutos / cascaras	
Troncos y raquis (banano, caña)	

CATEGORÍA	FOTO
Césped	
Hojas secas	
Ramas y troncos	
Carnes y huesos, plumas	
Vísceras	

CATEGORÍA	FOTO
	
Otros residuos inorgánicos	

Imagen: Madeleine Alvaro y Ana Olives

2.1.6. Procedimiento para Cálculos Estadísticos

Los cálculos efectuados, constan en el capítulo de resultados.

2.1.6.1. Determinación de la Cantidad de Generación por Sector Productivo

$$PTs = P * \#Eb \quad (1)$$

Dónde:

PTs= Peso total de RSO por sector productivo en Kg.

P = Peso de RSO en Kg.

#Eb = Número de establecimientos productores de RSO en Kg.

Cabe señalar que, al usar esta fórmula, se asume que la cantidad de residuos sólidos generados por cada establecimiento, tiene un comportamiento similar.

Ejemplo de cálculo:

En el siguiente ejemplo se tomará en cuenta el peso de RSO en Kg del sector productivo industria y el número de establecimientos cuyos valores se pueden observar en la tabla de resultados descritos en el siguiente capítulo.

$$\mathbf{PTs = P \cdot \#Eb}$$

$$\mathbf{PTs = 5,63 \text{ Ton} \cdot 4}$$

$$\mathbf{PTs = 22,5 \text{ Ton}}$$

2.1.6.2.Determinación del Peso Volumétrico

$$\mathbf{PV = P/V} \qquad (2)$$

Dónde:

PV = Peso volumétrico (densidad) de RSO de generación en Kg/m³.

P = Peso de RSO de generación en Kg.

V = volumen del recipiente que contiene los RSO en m³

Luego de realizado el cuarteo, se toma los residuos sólidos restantes y se deposita en un recipiente de volumen conocido 12, 16 o 20 lts., llenando hasta el borde.

Ejemplo de cálculo:

En el siguiente ejemplo se tomará en cuenta el peso de RSO en Kg del sector productivo industria y el volumen del recipiente utilizado en el muestreo, cuyos valores se pueden observar en la tabla de resultados descritos en el siguiente capítulo.

$$\mathbf{PV = P/V}$$

$$\mathbf{PV = 2,87 \text{ Kg} / 12}$$

$$\mathbf{PV = 0,24 \text{ Kg/L}}$$

2.1.7. Procedimiento para la Determinación del Peso Volumétrico

- i. Verificar que el recipiente esté limpio, libre de abolladuras y pesar el balde de volumen conocido (12 litros)

Figura 14: Peso balde (tara)



Imagen: Madeleine Alvaro y Ana Olives

- ii. Llenar el balde para determinar peso volumétrico

Figura 15: Mercado Chiriyacu



Imagen: Madeleine Alvaro y Ana Olives

- iii. Se llena el recipiente hasta el tope con residuos sólidos homogeneizados obtenidos de las partes eliminadas del primer cuarteo.

Figura 17: Mercado Solanda

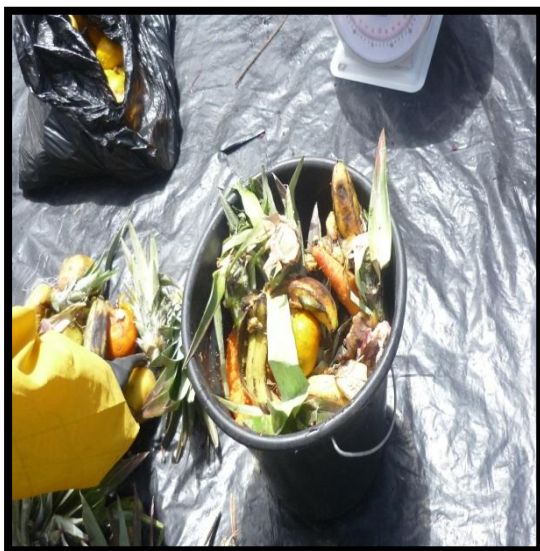


Imagen: Madeleine Alvaro y Ana Olives

Figura 16: Industria Plywood



Imagen: Madeleine Alvaro y Ana Olives

- i. Golpear el recipiente contra el suelo tres veces, dejándolo caer desde una altura de 10 cm a fin de compactar los residuos

Figura 18: Mercado La Magdalena



Imagen: Madeleine Alvaro y Ana Olives

- ii. Nuevamente se agregan residuos sólidos hasta el tope, teniendo cuidado de no presionar.

Figura 19: Mercado Las Cuadras



Imagen: Madeleine Alvaro y Ana Olives

- iii. Se debe obtener el peso neto de los residuos sólidos, se pesa el recipiente con éstos y se resta el valor de la tara.

Figura 20: Peso Balde Lleno



Imagen: Madeleine Alvaro y Ana Olives

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1. Análisis de Varianza para la Cantidad de Generación

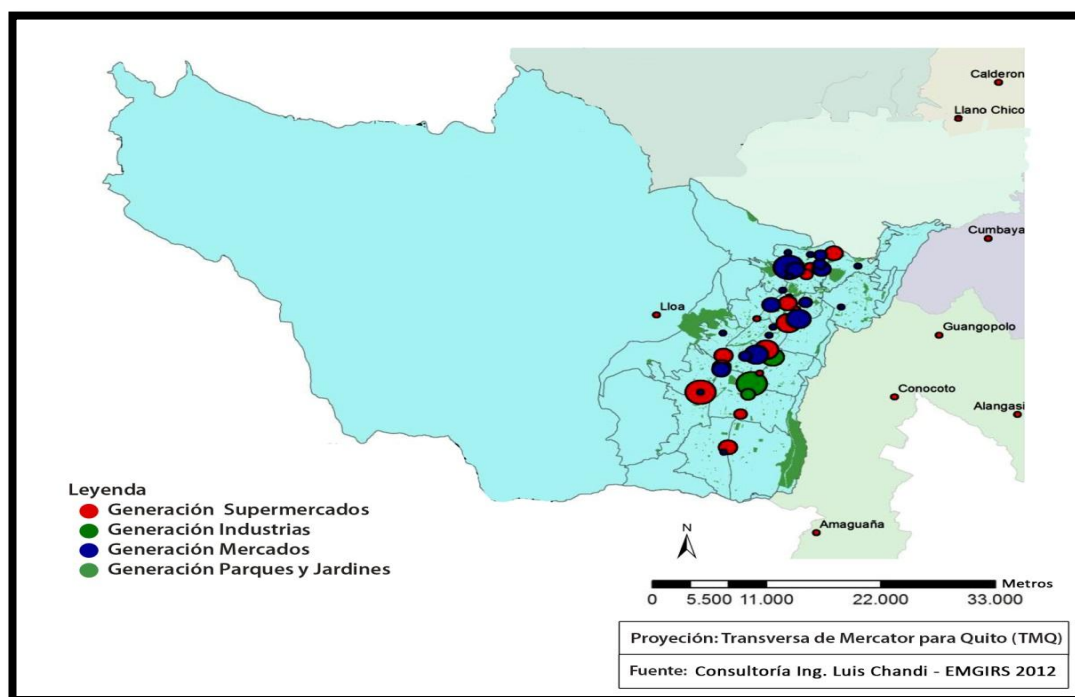
“El análisis de varianza permite verificar si hay diferencias estadísticamente significativas entre medias cuando tenemos más de dos muestras o grupos en el mismo planteamiento”. (Morales, 2012, Pág.10)

Un coeficiente de variación de 16,35 es considerado como aceptable según (Little, 1978) es decir que los datos obtenidos en el presente estudio tienen un 95 % de confiabilidad, o lo que es lo mismo, existe una probabilidad del 5 % para que ocurra un evento igual al azar.

3.2. Determinación de la Cantidad de Generación de RSO por Sector Productivo

A continuación en el mapa 1 se observa los cuatro sectores productivos ubicados en el sur del DMQ.

Figura 21: Sectores Productivos de la Zona Sur del DMQ



Fuente: Consultoría Ing. Luis Chandi- EMGIRS, 2012

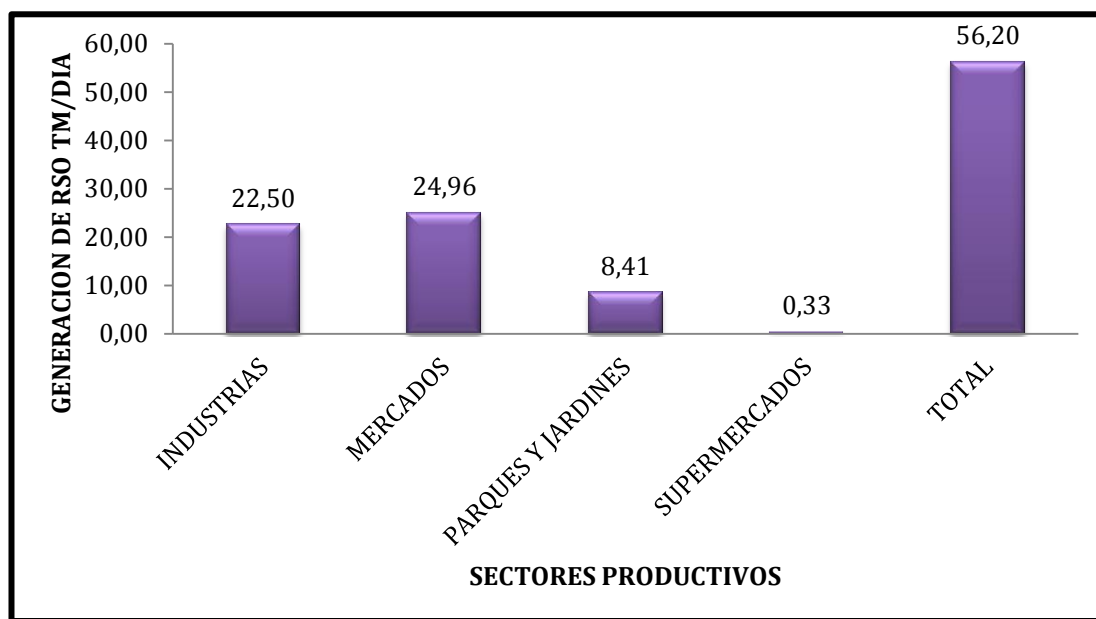
Tabla 20: Total Generación de RSO Zona Sur

ZONA	SECTORES	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	TOTAL GENERACIÓN RSO (Tm/día)	PESO VOLUMÉTRICO (Kg/L)	GENERACIÓN PROMEDIO RSO (Tm/día)	TOTAL GENERACIÓN RSO (Tm/día)
ZONA SUR	INDUSTRIAS	4	22,50	0,24	5,63	56,2
	MERCADOS	13	24,96	0,32	1,92	
	PARQUES Y JARDINES	14	8,41	0,11	0,60	
	SUPERMERCADOS	10	0,33	0,31	0,03	
	TOTAL	41	56,20	0,98	8,18	

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

Figura 22: Generación de RSO por Sector Productivo



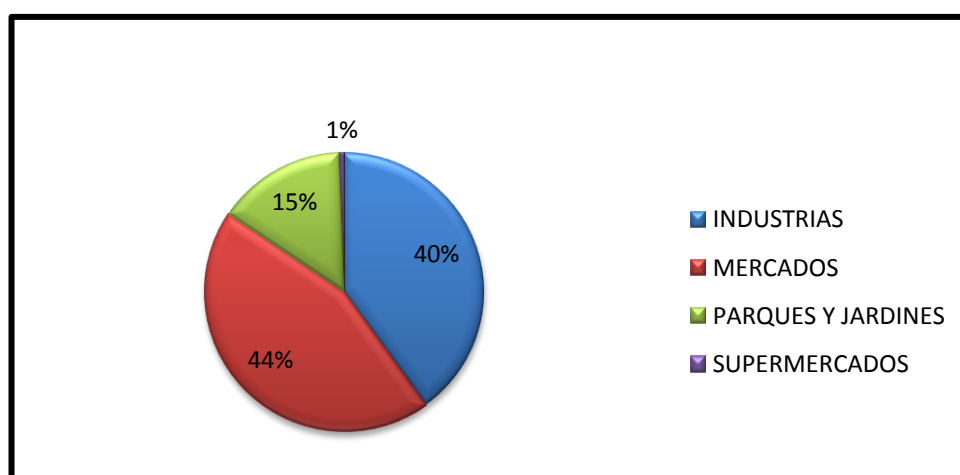
Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

En la figura anterior se observa que la mayor cantidad de generación de RSO proviene del sector productivo mercados con 24,96 Tm/día y 0,33 Tm/día provienen del sector productivo supermercados.

Este comportamiento claramente marcado en el sector productivo de mercados se debe a que en el sur de DMQ el mercado mayorista genera 20 Tm/día.

Figura 23: Porcentaje de la Generación de RSO por Sector Productivo



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

En la figura anterior se puede observar la generación de RSO en porcentajes por sector productivo; la generación mayor de RSO proviene del sector productivo mercados con un valor del 44 % y la generación menor proviene de supermercados con un valor del 1 %.

3.3.Caracterización Física de RSO por Sector Productivo

A continuación se describe la caracterización física de cada uno de los sectores productivos que forman parte del presente estudio:

i. Industrias

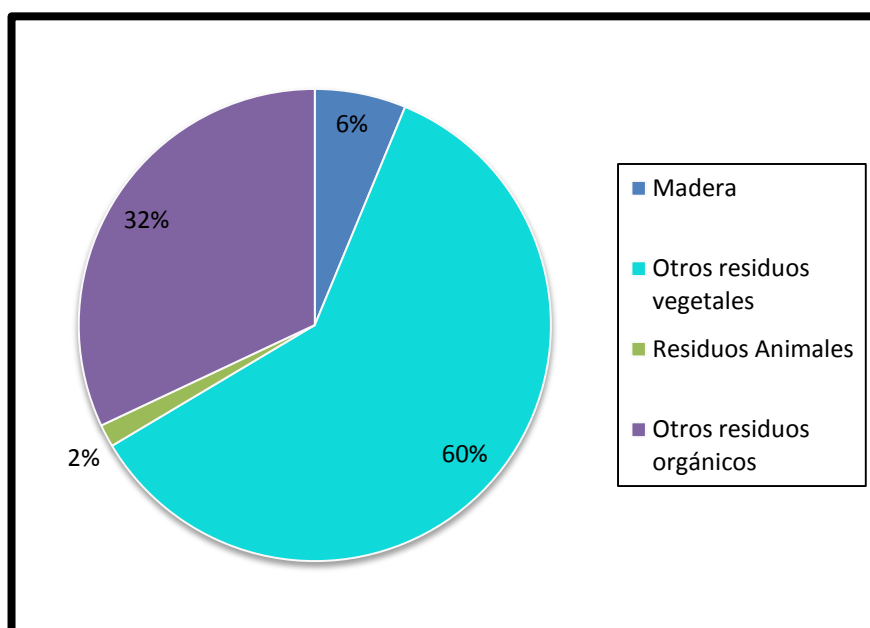
Tabla 21: Generación y Porcentaje de Composición física de RSO

CATEGORÍA	GENERACIÓN (TON/DIA)	PORCENTAJE (%)
Madera	1,41	6,25
Otros residuos vegetales	13,54	60,2
Residuos Animales	0,35	1,55
Otros residuos orgánicos	7,2	32
TOTAL	22,5	100

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

Figura 24: Porcentaje de Composición Física de RSO



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

En la figura anterior se observa que el mayor porcentaje de generación proviene de otros residuos vegetales que corresponde al aserrín sobrante del proceso productivo con un valor del 60 %, seguido de otros residuos orgánicos que incluyen al papel y cartón con un valor del 32 %.

i. Mercados

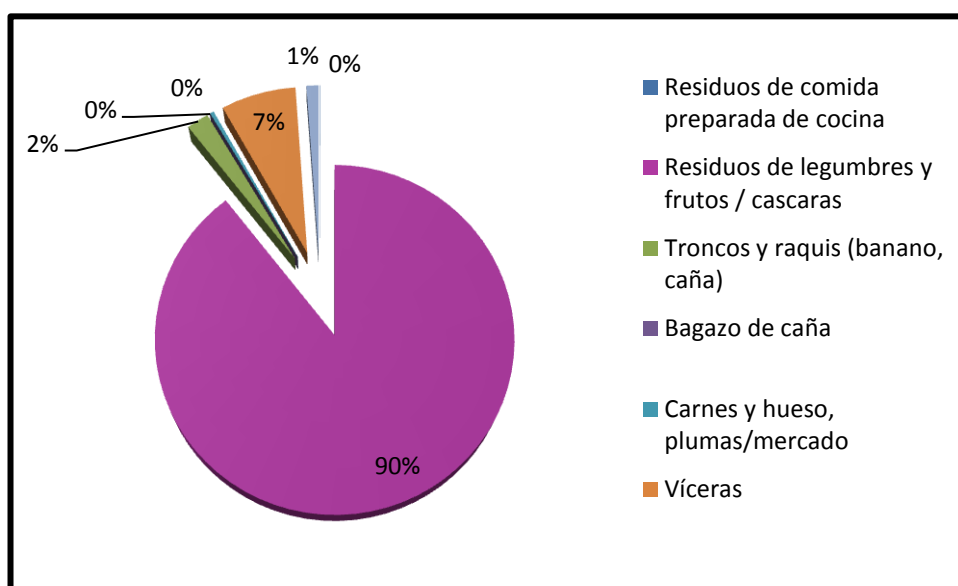
Tabla 22: Generación y Porcentaje de Composición Física de RSO

CATEGORÍA	GENERACIÓN (Ton/día)	PORCENTAJE (%)
Residuos de comida preparada de cocina	0,01	0,04
Residuos de legumbres y frutos / cascara	22,3	89,34
Troncos y raquis (banano, caña)	0,52	2,08
Bagazo de caña	0,00	0,00
Carnes y hueso, plumas/mercado	0,09	0,36
Vísceras	1,75	7,01
Inorgánicos	0,28	1,12
Total	24,95	100

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

Figura 25: Porcentaje de Composición Física de RSO



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

En la figura anterior se observa que el 90 % de generación de RSO en mercados proviene de los residuos de legumbres y frutos.

Es importante mencionar que la generación de residuos de comida preparada de cocina en los mercados es mínima; debido a que son utilizados para la alimentación de ganado porcino.

ii. Parques y Jardines

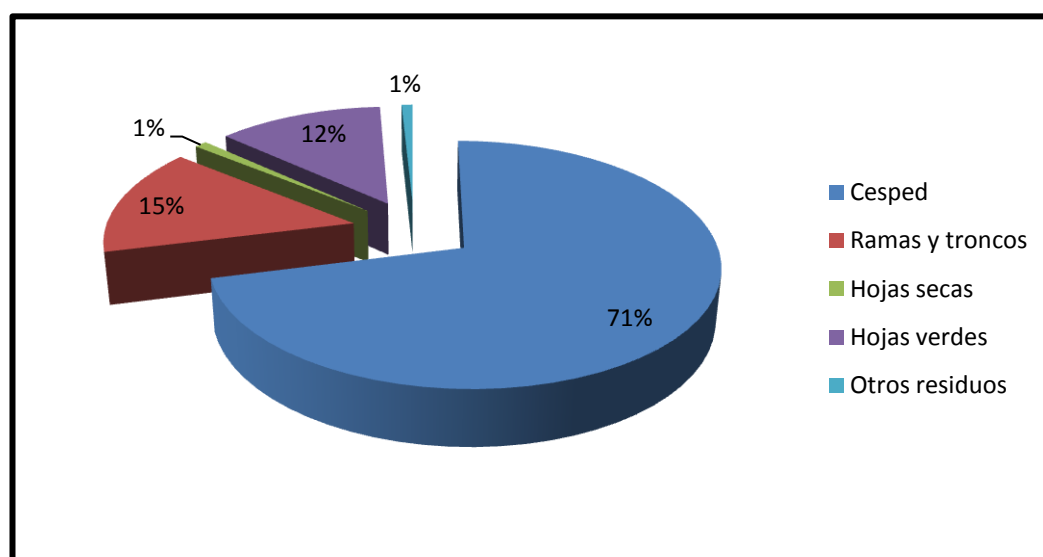
Tabla 23: Generación y Porcentaje de Composición Física de RSO

CATEGORÍA	GENERACIÓN (Ton/día)	PORCENTAJE (%)
Césped	5,98	71,10
Ramas y troncos	1,23	14,62
Hojas secas	0,08	0,95
Hojas verdes	1,05	12,48
Otros residuos	0,07	0,83
Total	8,41	100

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

Figura 26: Porcentaje de Composición Física de RSO



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

En este sector productivo, se observa una generación de 5,98 Tm/día de césped, el cual es utilizado para la elaboración de compost, actualmente por la unidad de espacio público de la EPMMOP, esta cantidad equivale al 71 % del total de generación de RSO en parques y jardines por concepto de poda y mantenimiento de áreas verdes. Se observa una cantidad mínima de 0,08 Tm/día de Hojas secas con un porcentaje de 1 %.

iii. Supermercados

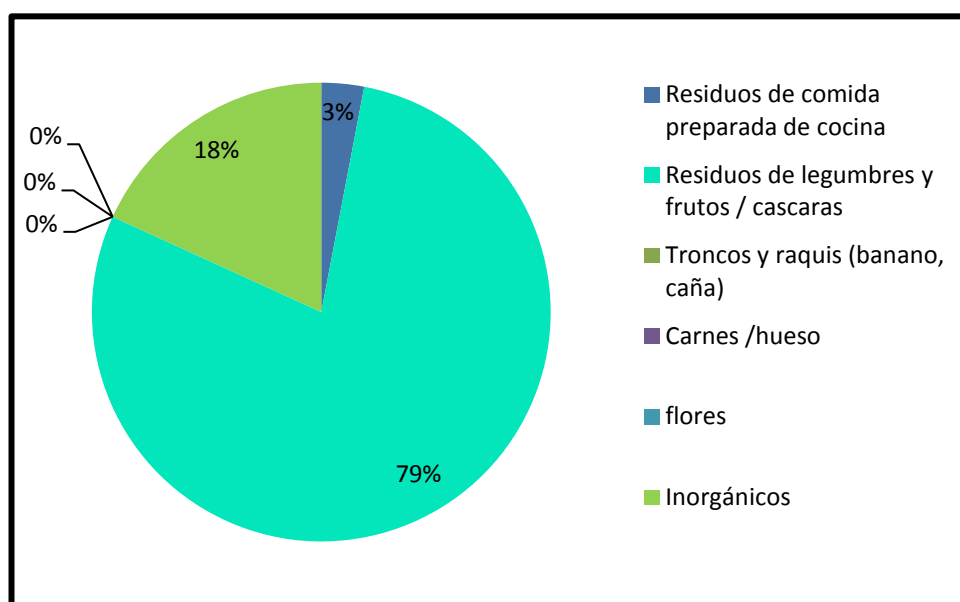
Tabla 24: Generación y Porcentaje de Composición Física de RSO

CATEGORÍA	GENERACIÓN (Ton/día)	PORCENTAJE (%)
Residuos de comida preparada de cocina	0,01	3,00
Residuos de legumbres y frutos / cascaras	0,26	78,78
Troncos y raquis (banano, caña)	0,00	0,00
Carnes /hueso	0,00	0,00
Flores	0,00	0,00
Inorgánicos	0,06	18,18
Total	0,33	100

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

Figura 27: Porcentaje de Composición Física de RSO



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

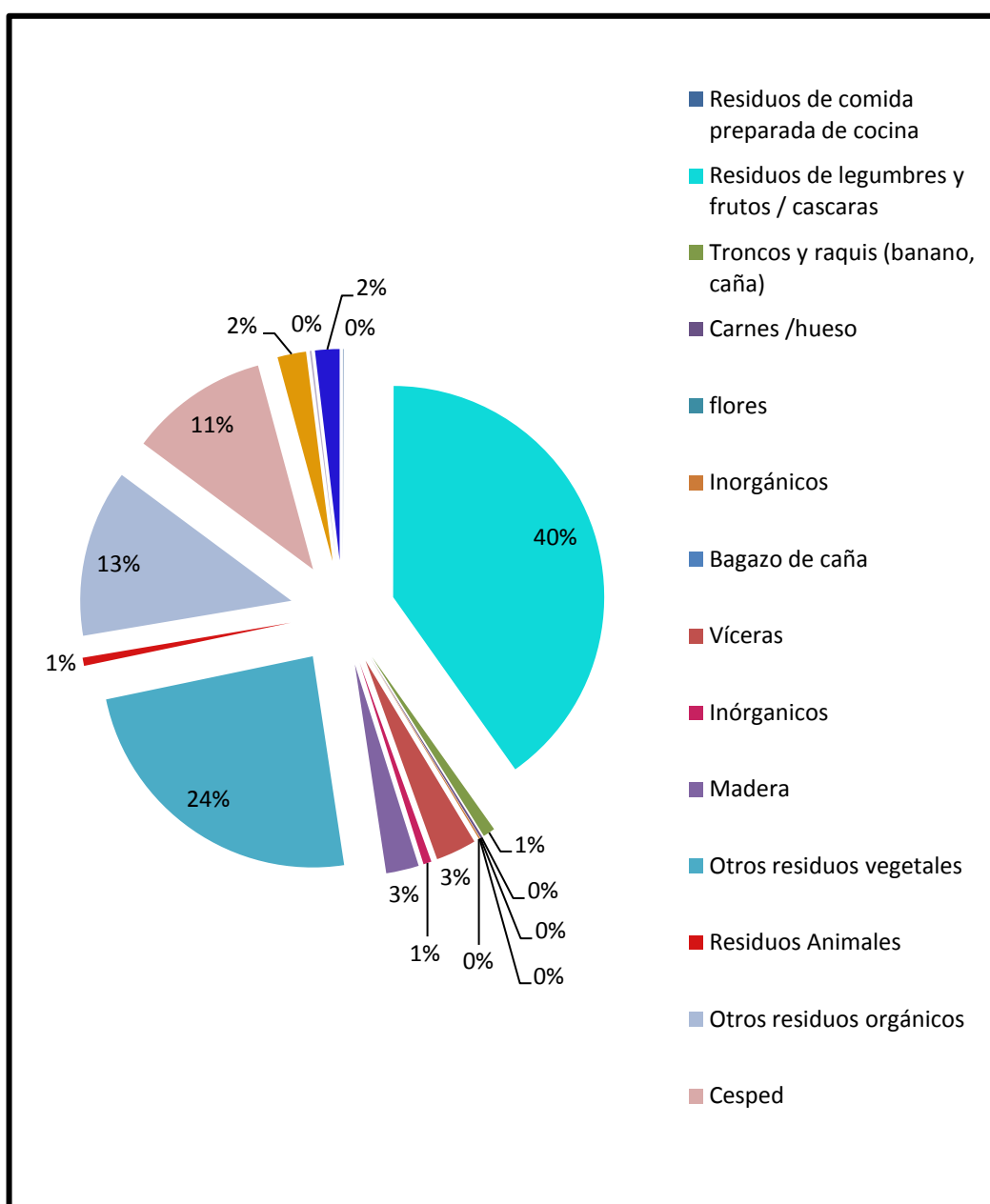
En la figura anterior se observa una cantidad de 0.26 Tm/día de residuos de legumbres y frutos, que equivale a 79 %.

Cabe mencionar que las cadenas de supermercados como La Favorita (Supermaxi), no genera residuos vegetales, debido a que toda la mercadería referente a hortalizas y vegetales son entregados a consignación y si pasan la fecha de vencimiento en la percha, el costo de reponer el producto corre con el proveedor del producto vegetal; por lo que en la mayoría de los casos los proveedores cambian el producto por otro más fresco y comercializan el producto con fecha anterior en otra cadena de supermercados u mercado local.

Además la cadena de supermercados Mi Comisariato maneja una política que se basa en triturar los productos vegetales que se encuentran en proceso de descomposición con el fin de evitar minadores informales en sus establecimientos.

3.3.1. Análisis Cuantitativo de la Caracterización Física de los RSO

Figura 28: Caracterización Física de RSO



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

En la figura anterior se observa que en la zona sur se generan 22,56 Tm/día de residuos de legumbres y hortalizas con un valor del 40 % correspondiente al sector productivo mercado, debido principalmente a que el mercado mayorista se ubica en esta zona y genera 20 Tm/día de RSO. Luego se observa 13,54 Tm/día de otros residuos vegetales con un valor del 24 %, categoría que pertenece al sector productivo de industrias.

3.4. Esquema de una Planta de Compostaje

Según Sztern (1999), una planta de compostaje está constituida de la siguiente manera:

i. Recepción de la materia prima

Recepción de la materia prima a compostar; proveniente de los sectores productivos.

ii. Acondicionamiento de los materiales

Posteriormente se procede a triturar, picar o moler, según sea el caso del material receptado.

iii. Almacenamiento provisional de materiales acondicionados

En esta área se colocaran los materiales una vez realizados el primer proceso de preparación.

iv. Camas de Compostaje

En esta zona es en donde más área se debe disponer ya que se necesitan colocar varias camas de compost. Además se debe proveer una superficie adyacente a las camas para la remoción del material, ya que debe ser diario aproximadamente durante los 15 días iniciales.

v. Cosecha de compost y preparado de compost

Luego del proceso de compostaje es necesario realizar la cosecha del material compostado. En esta zona se realizara el cernido y secado del material (disminución de la humedad hasta 30 %).

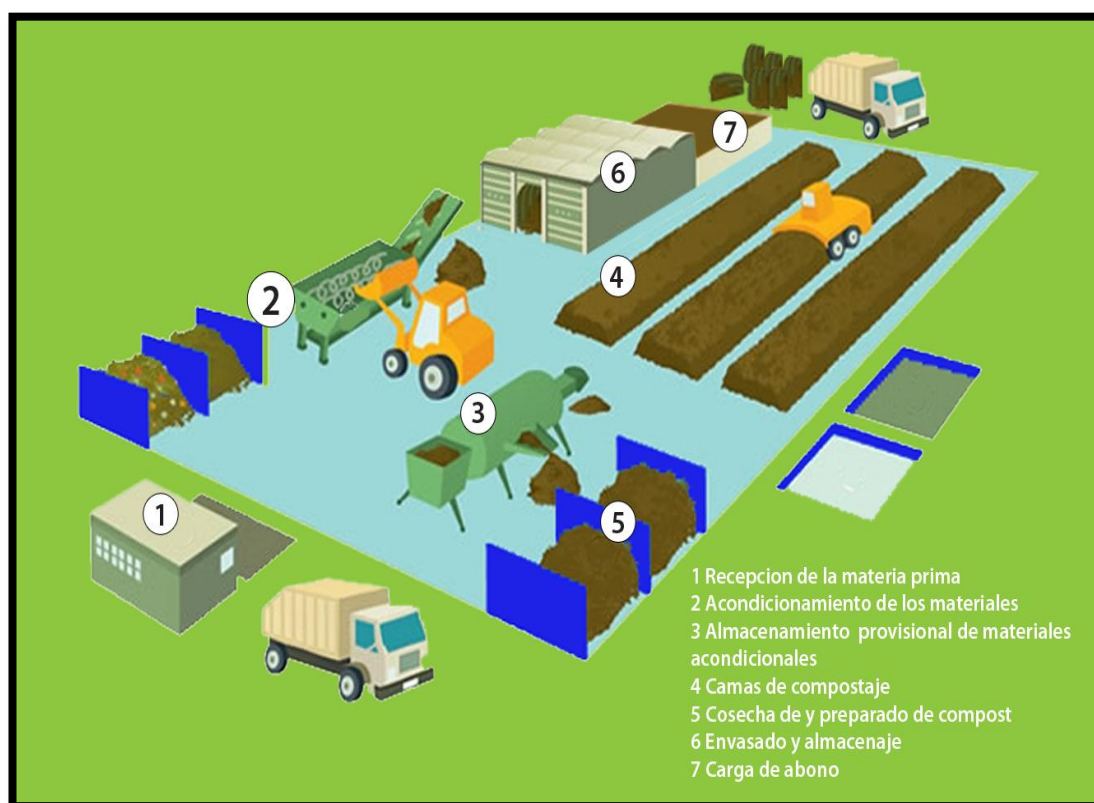
vi. Envasado y almacenaje

Una vez cosechado y preparado el compost se envasa en sacos de 45 Kg. Correctamente sellados y se almacenan hasta su venta. Esta zona deberá tener un área suficiente para el efecto, deberá estar provista de un techo o cubierta que proteja al material de la lluvia y condiciones ambientales.

vii. Carga de abono

Se debe contar con un área de carga de sacos de abono, la cual debe tener piso de asfalto o cemento de alta resistencia, ya que se prevé el ingreso de camiones de peso considerable. (Pág. 27-31)

Figura 29: Diseño de Planta de Compostaje



Elaborado por: Madeleine Alvaro y Ana Olives

3.5.Propuesta para Construcción de una Planta de Compostaje

i. Diseño de planos de infraestructura

Para la construcción de una planta de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos es necesario realizar el diseño arquitectónico y de obra civil de la planta para lo cual se debe contratar a un profesional del ramo.

ii. Construcción de obra civil

Durante la etapa de construcción se debe tomar en cuenta el tiempo de entrega de la obra, para coordinar la siguiente etapa equipamiento. Se deben cumplir las normas técnicas de construcción y permisos municipales respectivos.

iii. Equipamiento de la planta

Para el equipamiento de la planta se debe tomar en cuenta al igual que en la etapa de construcción, la cantidad y calidad del material a procesar. Tomando en cuenta el diseño y balance de materiales realizados en este estudio se establecen los siguientes componentes del proceso de compostaje:

3.6. Operación de la planta

Se debe contar con una balanza de vehículos, la cual deberá estar colocada al ingreso y al egreso de la planta, con la finalidad de verificar el peso neto de la carga del material.

i. Acondicionamiento de los materiales

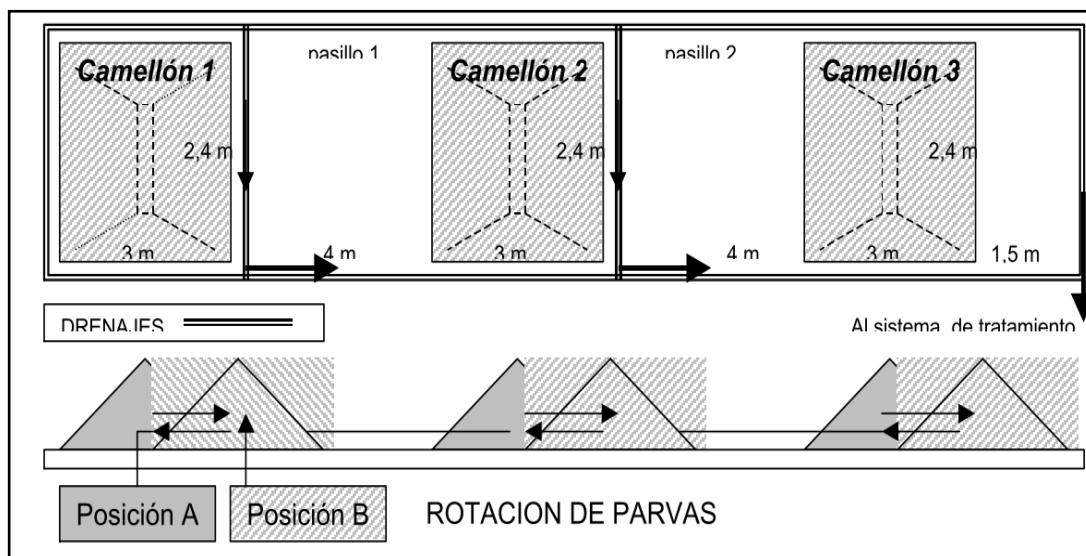
En esta zona se deberá contar con:

- Máquinas chipeadoras
- Máquinas picadoras
- Guadaña
- Palas manuales
- Rastrillos
- Carretillas

ii. Camas de compostaje

Se deberá contar con cunetas de drenaje, piso inclinado a 5%, pala mecánica para movimiento del compostaje.

Figura 30: Disposición de Camas o Parvas de Compostaje, Incluida Calles y Drenajes.



Fuente: Sztern, 1999

iii. Cosecha de compost y preparado de compost

Se deberá contar con zarandas de 2 cm para cernir el material.

iv. Envasado y almacenaje

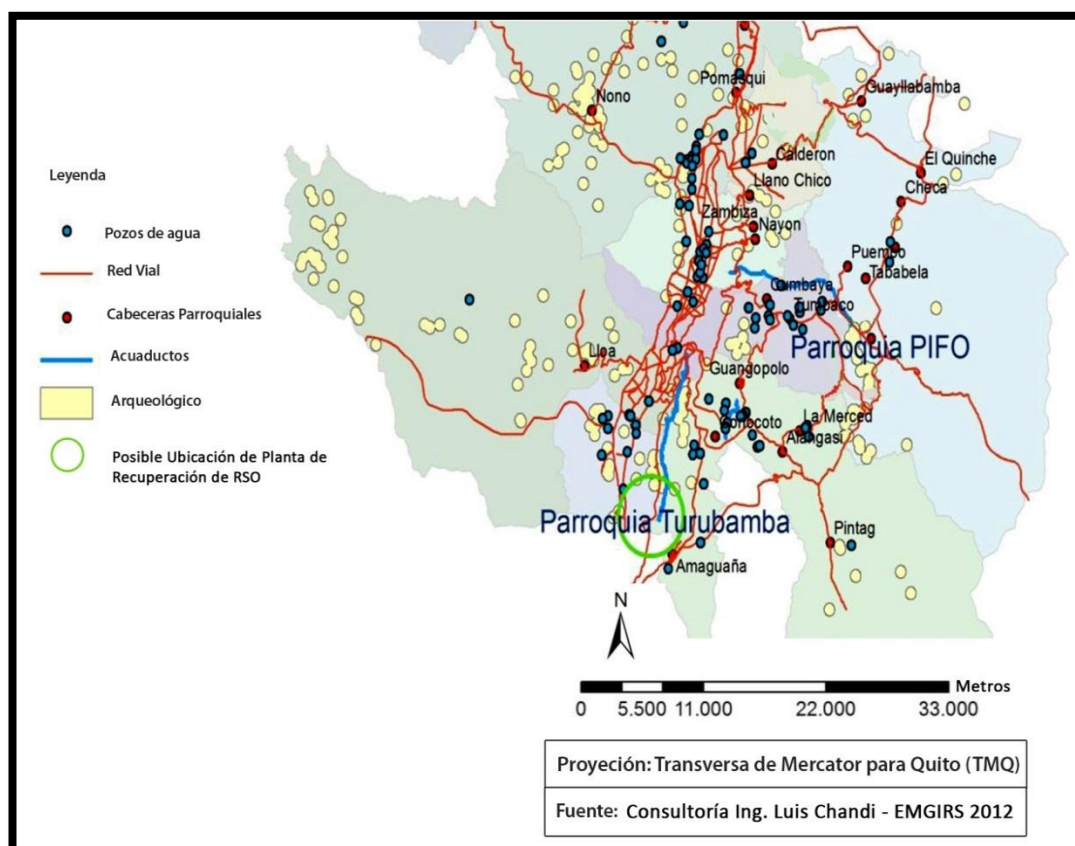
Se deberá contar con sacos, pallets y montacargas.

3.7.Sitio Potencial Para la Implementación de la Planta de Tratamiento y Recuperación de Residuos Sólidos Orgánicos

Para la determinación de los sitios potenciales, es necesario tomar en cuenta la información mencionada anteriormente en el presente estudio. Se seguirán los siguientes pasos:

3.7.1. Determinación de la Zona de Ubicación

Figura 31: Alternativa de Ubicación de la Planta de Recuperación de RSO



Fuente: Consultoría Ing. Luis Chandi- EMGIRS, 2012

En el mapa anterior se muestra la distancia más cercana a los establecimientos de los sectores productivos en la zona sur del DMQ. Cabe recalcar que se es necesario tomar en cuenta varios criterios para la selección del sitio como se muestra a continuación.

3.7.2. Parámetros de Selección

Para la creación de una planta de compostaje se requiere llevar a cabo un análisis previo que considere diversos factores:

i. Limitaciones, prohibiciones o restricciones legales

- ✓ Propiedad del terreno: se deberá tomar en cuenta si el terreno es público o privado.

- ✓ Posibilidades de expropiación: Si es terreno privado, se puede realizar la declaratoria de utilidad pública y realizar la expropiación del predio en cuestión. Si es terreno público, de acuerdo a la institución a la que pertenezca se deberá realizar un comodato entre las instituciones.
- ✓ Lugares bajo protección ecológica, legislación municipal y requisitos formales y legales.

ii. Condiciones de operación

- ✓ Distancia del relleno o botadero: una máxima proximidad al botadero sería deseable. Para determinar la máxima distancia posible y económicamente sostenible, la tasa de crecimiento demográfico, la disponibilidad del área, la situación de carreteras y otras condiciones específicas de la municipalidad en cuestión deben ser consideradas.
- ✓ Condiciones de transporte: carreteras existentes, calidad de las carreteras, distancia del lugar de procedencia.
- ✓ Infraestructura existente (suministro con agua, descarga del agua tratada, electricidad etc.)
- ✓ Aptitud del suelo factor de permeabilidad: una baja permeabilidad es muy importante para la protección del suelo y de las aguas subterráneas contra la contaminación por aguas lixiviadas.
- ✓ Área del terreno y posibilidades de extensión

iii. Criterios ambientales

- ✓ Impacto sobre el paisaje
- ✓ Impacto del tráfico esperado (carreteras de transporte a través de lugares con población dispersa)
- ✓ Posibilidad de afincamientos cerca del lugar de la planta (no deseable); planes municipales de urbanización. Distancia a áreas pobladas y dirección del viento.

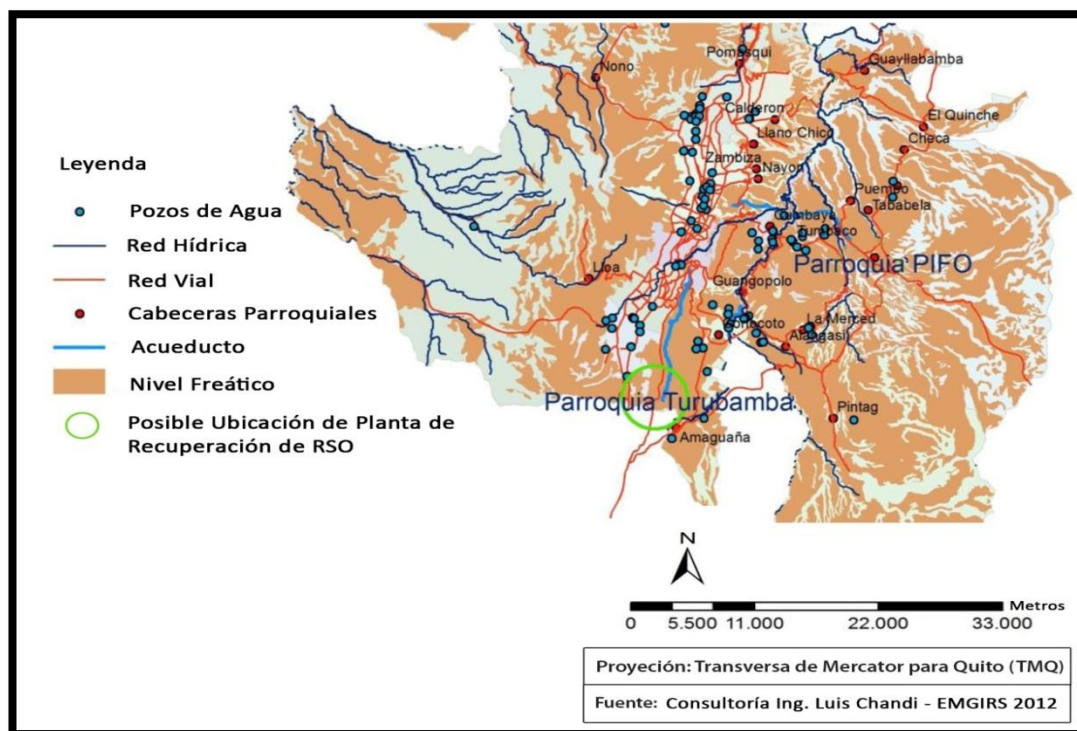
3.7.2.1. Factores que Inciden en la Ubicación de la Planta de Recuperación de RSO

Si bien los factores de decisión de ubicación de plantas de compostaje no están especificados como tales en la legislación vigente (TULAS) y por la similitud de impacto ambiental generado en un relleno sanitario y en una planta compostaje, tomaremos en cuenta los factores descritos en el Libro VI, Anexo 6, Art. 4.12.4 del TULAS, que corresponden a los requisitos para la implementación de un relleno sanitario mecanizado.

Las variables a manejarse son las siguientes:

- ✓ Ubicación de acueductos, pozos de agua y red hídrica, igualmente se ha excluido zona de nivel freático menores a 4 m de profundidad. La norma utilizada señala que no se podrá ubicar un relleno sanitario a 200 m de la fuente superficial más próxima (Art. 4.12.4. literal c). como se observa en los mapas siguientes.

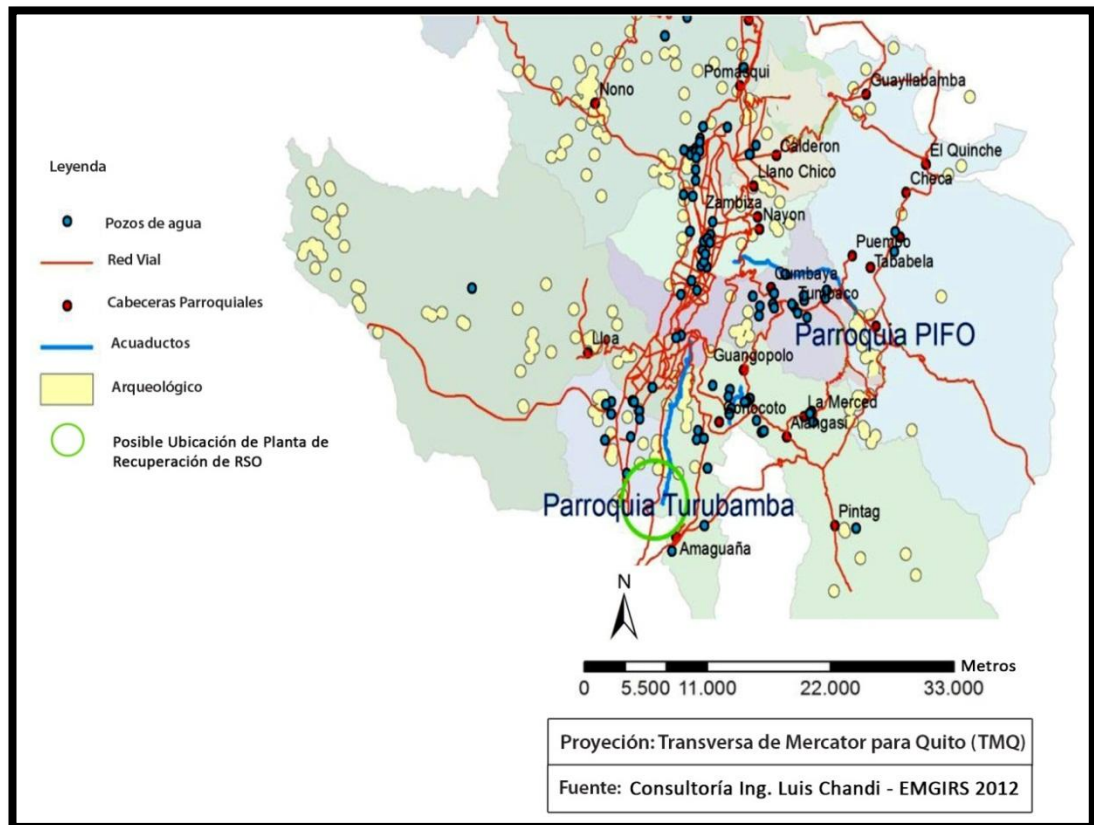
Figura 32: Mapa de Ubicación de Red Hídrica, Nivel Freático, Pozos de Agua, Acueducto



Fuente: Consultoría Ing. Luis Chandi- EMGIRS, 2012

- ✓ Ubicación de zonas de interés arqueológico. Al respecto el TULAS menciona: “Tampoco se deben escoger áreas donde se afecten bienes culturales (monumentos históricos, ruinas arqueológicas, etc.)” (Art. 4.12.4. literal b). Como se puede observar en el siguiente mapa.

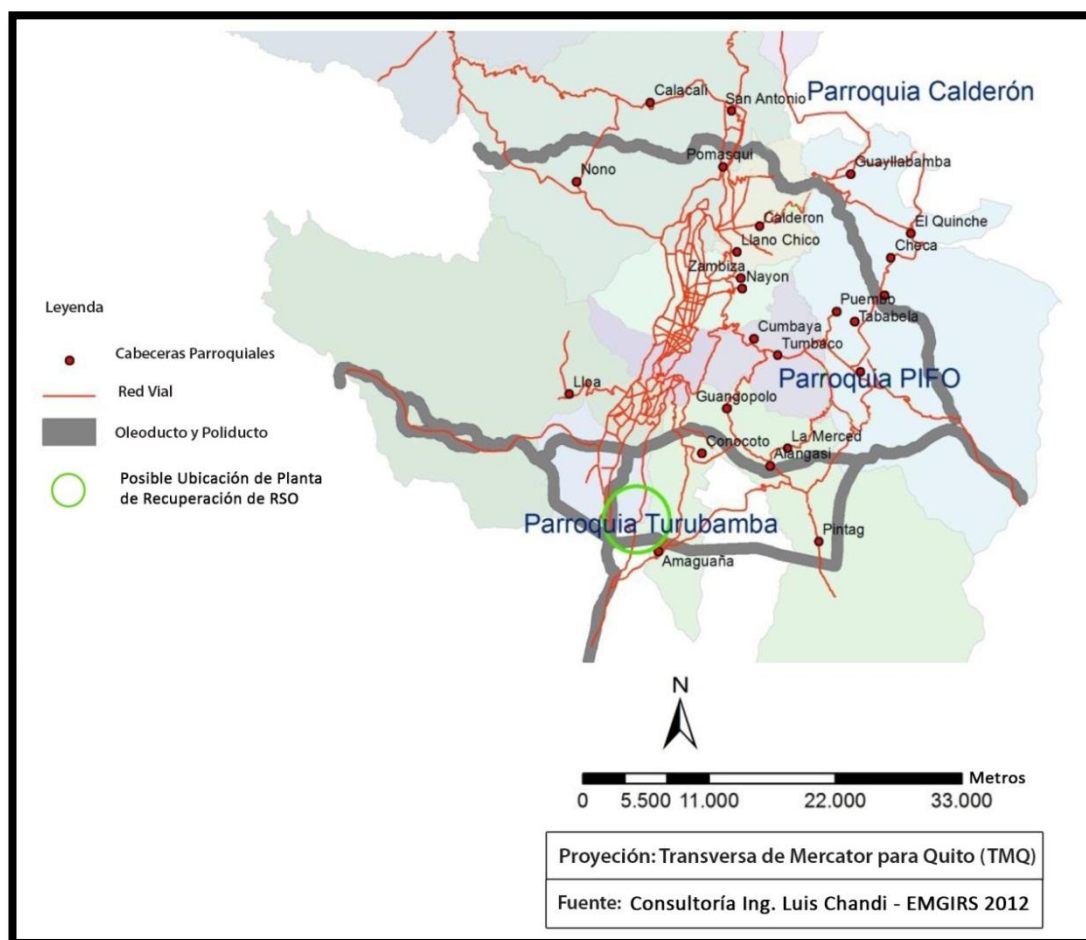
Figura 33: Ubicación de Sitios Arqueológicos



Fuente: Consultoría Ing. Luis Chandi- EMGIRS, 2012

- ✓ Ubicación de oleoductos y poliductos, para evitar la intersección con este tipo de infraestructura.

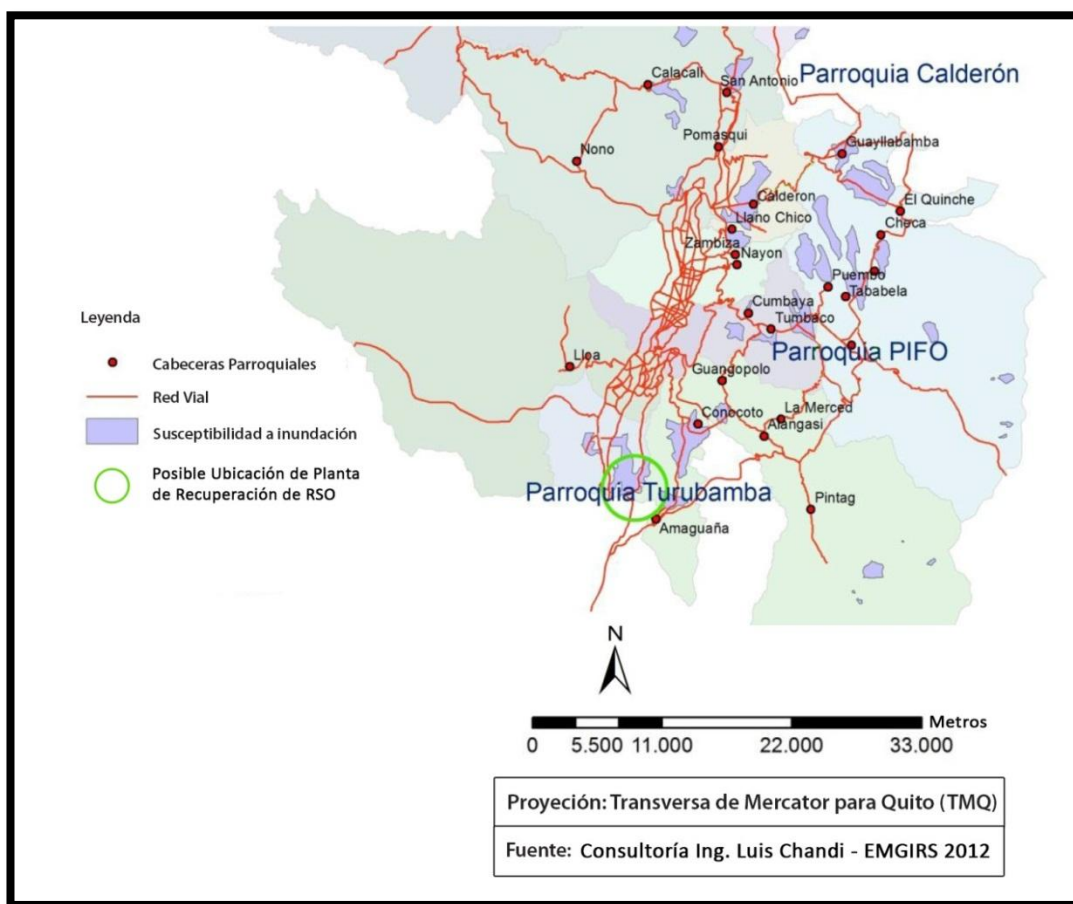
Figura 34: Ubicación de Oleoducto y Poliducto



Fuente: Consultoría Ing. Luis Chandi- EMGIRS, 2012

- ✓ Ubicación de zonas de peligro volcánico, zonas susceptibles de inundación. Al respecto el TULAS menciona: “Para la ubicación del relleno no deben escogerse zonas que presenten fallas geológicas, lugares inestables, cauces de quebradas, zonas propensas a deslaves, a agrietamientos, desprendimientos, inundaciones, etc., que pongan en riesgo la seguridad del personal o la operación del relleno” (Art. 4.12.4. literal d).

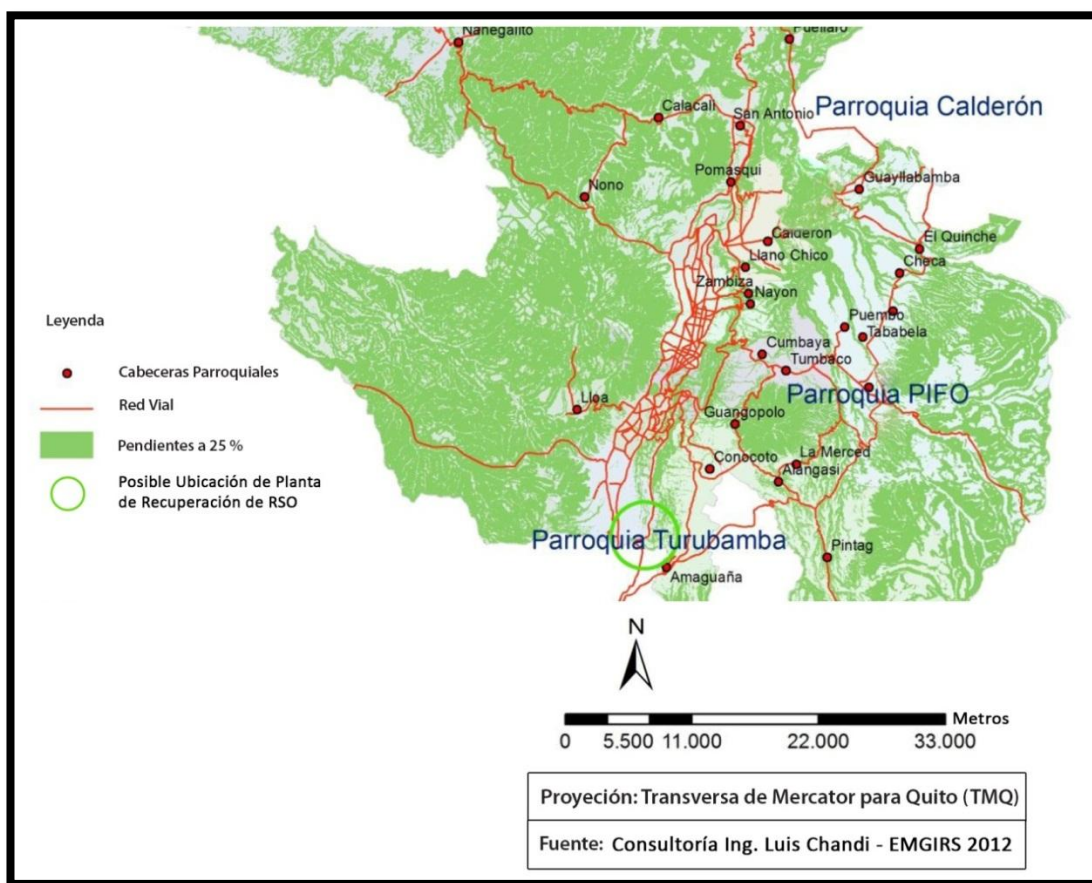
Figura 35: Ubicación de Áreas Susceptibilidad de Inundaciones



Fuente: Consultoría Ing. Luis Chandi- EMGIRS, 2012

- ✓ Pendientes. Se han descartado zonas con pendientes mayores al 25%.

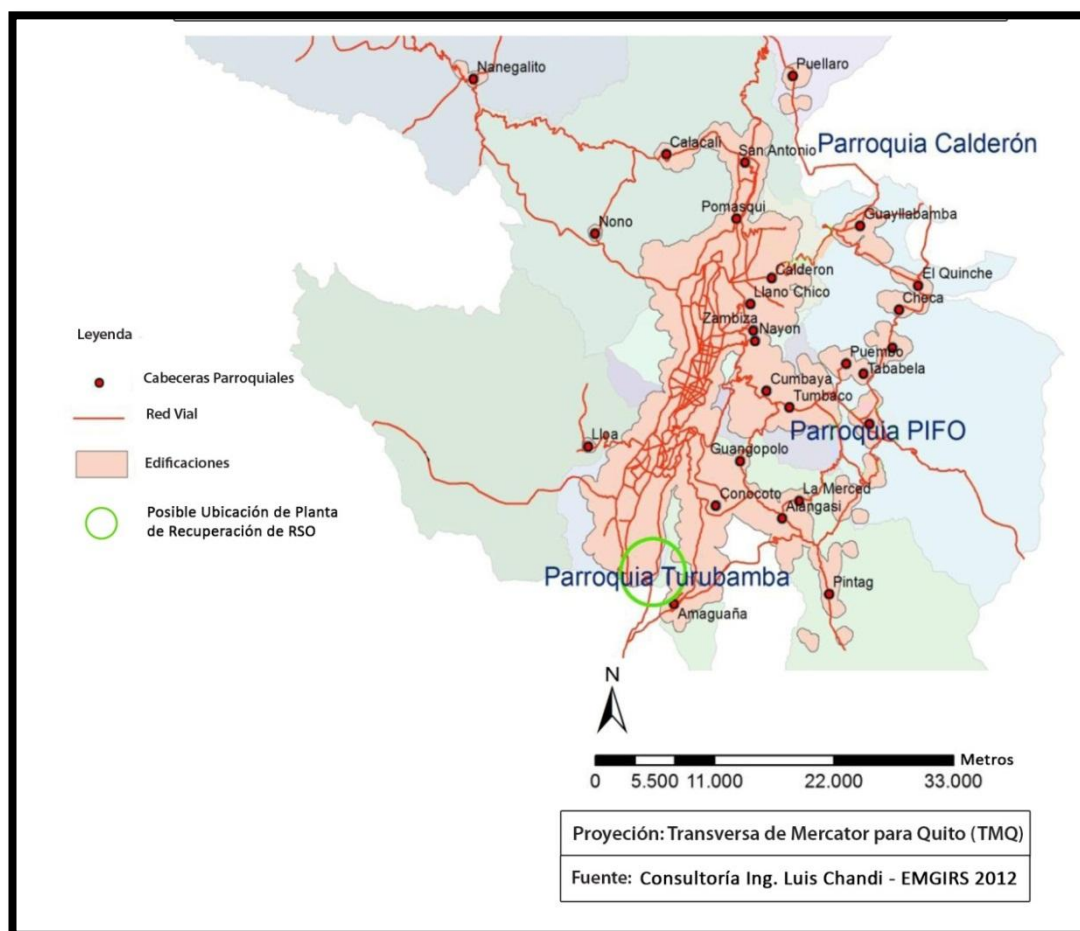
Figura 36: Ubicación de Pendientes Mayores a 25 %



Fuente: Consultoría Ing. Luis Chandi- EMGIRS, 2012

- ✓ Red vial. Conforme lo menciona el TULAS: “El relleno sanitario debe estar cerca de vías de fácil acceso para las unidades de recolección y transporte de los desechos sólidos” (Art. 4.12.4. literal d).

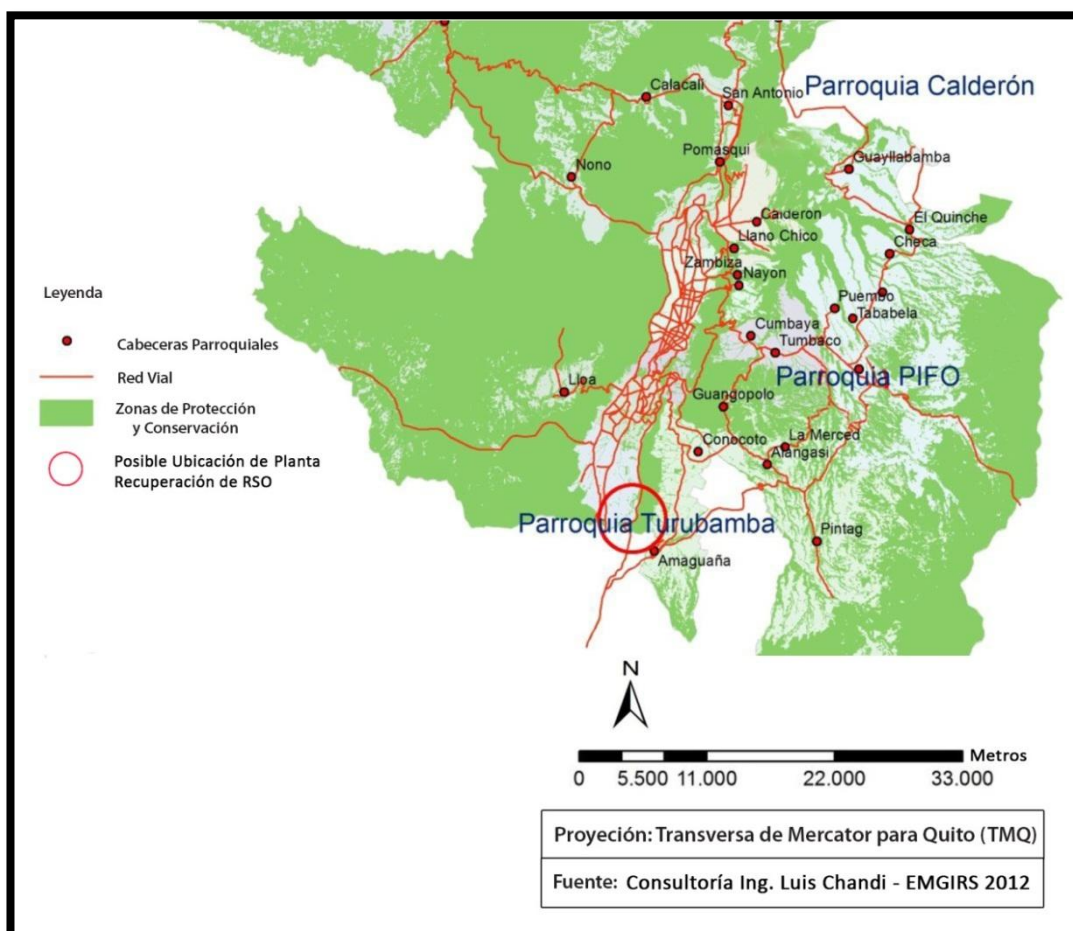
Figura 37: Ubicación de la Red Vial



Fuente: Consultoría Ing. Luis Chandi- EMGIRS, 2012

- ✓ Zonas protegidas. Se excluyen de las zonas aptas para un relleno sanitario.

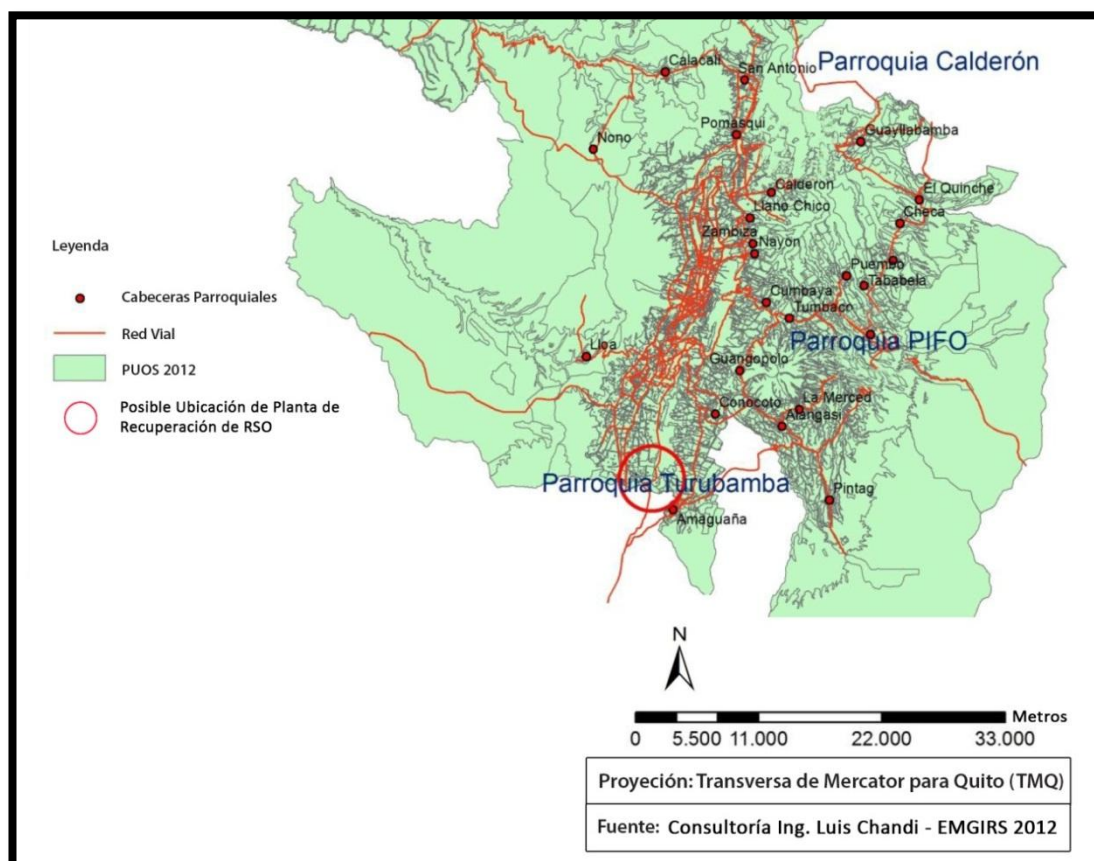
Figura 38: Ubicación de Zonas Protegidas



Fuente: Consultoría Ing. Luis Chandi- EMGIRS, 2012

- ✓ Uso del suelo. Para ubicar áreas urbanizables y de expansión futura.

Figura 39: Plan de Uso de Suelo PUOS



Fuente: Consultoría Ing. Luis Chandi- EMGIRS, 2012

3.7.2.1.1. Selección de Terreno

Tabla 25: Sitios Potenciales

CRITERIOS DE SELECCIÓN													
Terreno	Distancia a Aeropuerto	Distancia a población	Fácil Acceso	Pendiente	Servicios Básicos	Nivel Freático	Áreas Protegidas	Permeabilidad	Oleoducto o y Poliducto	Susceptible a inundaciones	Área Urbana	Sitios Arqueológicos	Acueductos
	Mayor a 13 km	Mayor a 500m	Vía principal	Menor a 25%	Energía eléctrica, agua potable	4m	Zonas de protección ecológica	Baja	Cercano	Poco Probable	Lejano	Lejano	Cercano
Parroquia Turubamba	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Fuente: Ordenanza Municipal 0171 del Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial.

En la tabla anterior se muestran las características resumidas de los sitios de implantación de las plantas de recuperación de RSO, en la zona sur en la parroquia Turubamba, la cual se puede ubicar cerca de la estación de transferencia de “El troje”

CONCLUSIONES

- ✓ La cantidad de Generación de RSO en el sur del DMQ es de 56,2 Tm/día, que equivale a un volumen de 249 m³/día; con un peso volumétrico de 0,98 Tm/m³.
- ✓ El mayor generador de RSO corresponde al sector productivo de los mercados con 24,96 Tm/día de las cuales 20 Tm/día corresponden al mercado Mayorista.
- ✓ La generación de RSO en la mayoría de los mercados del sur del DMQ tienen un comportamiento homogéneo, excepto el mercado Mayorista debido a que posee un espacio físico de infraestructura de 14 hectáreas, convirtiéndolo en un gran centro de comercialización que abastece a toda la ciudad de Quito.
- ✓ En las industrias se observó que los residuos generados en los procesos productivos no son desechados, sino que son reinsertados en la cadena de valor como materia prima para la elaboración de nuevos productos.
- ✓ En el caso de parques y jardines actualmente sus residuos son utilizados por la Unidad de Espacio Público de la EMMOP para la elaboración de compost en la planta de recuperación de residuos orgánicos ubicada en El troje.
- ✓ La generación de RSO de los supermercados no constituye un valor muy apreciable, debido a que dos de las cadenas más importantes (Mi Comisariato y Supermaxi) aplican políticas internas con respecto al manejo de sus residuos orgánicos; que implican la trituración, donación y devolución de los productos no aptos para su comercialización.
- ✓ De acuerdo a los datos obtenidos del presente trabajo, se observa que la cantidad de residuos sólidos orgánicos generados por los sectores de estudio,

justificarían la implementación de una planta de compostaje para el aprovechamiento de los mismos.

- ✓ Al existir separación en la fuente para los desechos sólidos, las fracciones así obtenidas, favorecerían al reciclaje de los mismos, lo cual repercutiría en una disminución de los desechos que van a disposición final en el DMQ y permitiría la ampliación del tiempo de vida útil del Relleno Sanitario que sirve a la ciudad.
- ✓ De acuerdo a valores estandarizados por EMASEO correspondientes al ahorro en dólares por tonelada no procesada en la gestión de residuos que implica recolección, transferencia, transporte y disposición final; el municipio se ahorraría un valor aproximado de 3,000 dólares/día en el caso de que los 56,20 Tm/ día de RSO generados sean aprovechados.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar un estudio de caracterización de generación de RSO recuperables por zonas y por sectores de producción, durante un periodo de al menos un año, con la finalidad de definir el flujo de RSO según sector, zona de generación y época del año.
- ✓ En el caso de los mercados del DMQ, se recomienda considerar por separado aquellos de alta generación de residuos sólidos orgánicos, como es el caso del mercado Mayorista que por su magnitud la generación es alta en comparación con otros mercados de menor capacidad, lo que podría alterar la representatividad de los datos.
- ✓ Se recomienda que para la realización de próximos estudios el Municipio de Quito como ente regulador de industrias, socialice este tipo de proyectos con los actores involucrados, con el fin de facilitar la ejecución de los mismos.
- ✓ Se propone que la cadena de supermercados Mi Comisariato promueva una política social y ambientalmente sustentable referente al manejo de los RSO que generan sus establecimientos.
- ✓ En el caso de estudio de parques y jardines, se recomienda realizar la caracterización en los periodos de invierno y verano respectivamente, para obtener los niveles de generación más exactos en las dos épocas mencionadas, puesto que se evidenció una diferencia apreciable en cuanto a la generación de residuos.
- ✓ Se propone realizar un estudio de pre factibilidad, definiendo los costos y viabilidad financiera del proyecto de recuperación de RSO en la zona de estudio del DMQ, calculando el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) a fin de determinar la rentabilidad del mismo.
- ✓ Para el diseño de prefactibilidad de la construcción de la Planta de Compostaje, se recomienda tomar en cuenta factores técnicos, sociales, económicos y ambientales.

- ✓ Se recomienda fortalecer y enfatizar campañas de gestión de residuos en los sitios de mayor potencial de generación; buscando mecanismos prácticos y viables para desarrollar programas que involucren los diferentes actores ciudadanos en la construcción de la cultura del aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en el DMQ.
- ✓ Se recomienda generar programas que fortalezcan el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en el DMQ como mecanismo para incrementar los ingresos económicos, a la vez que se está contribuyendo al mejoramiento del ambiente.

LISTA DE REFERENCIAS

1. Buenrostro, O.; Bernache, G.; y Cram, S. y. (1999). *Análisis de la generación de residuos sólidos en los mercados municipales de Morelia, México*. Revista Internacional de Contaminación Ambiental.
2. Castillo, M. (2012). *"Evaluación del proceso de descentralización y propuesta para el mejoramiento de la Gestión de Residuos Sólidos en las 33 parroquias rurales del DMQ"*. Consultoría, Secretaría de Ambiente, Quito.
3. Chandi, 2012, *"Consultoría Generación de Residuos Sólidos Orgánicos en el DMQ"*, Quito.
4. EMASEO, 2007, *Consultoría para la realización de un estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos domésticos y asimilables a domésticos para el DMQ*. Recuperado el 8 de marzo del 2012 de <http://www.emaseo.gob.ec>
5. Eymar, E. (2005), *Caracterización físico-química de residuos orgánicos compostados, evaluación de su potencial nutritivo y aprovechamiento agrícola*. Recuperado el 8 de marzo del 2012 de http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/eeymar/default_archivos/EEymarcompostajeFerrerGuardia0910.pdf
6. Flores, Dante, 2001, Guía Práctica No. 2. *Para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos*. Quito Ecuador. Guía Práctica No.2.
7. Gallardo, A.; Bovea, M.; Ochera, L.; y Albarrán, F. (2006). *Aprovechamiento de la Fracción de mezcla de la planta de reciclaje y compostaje de residuos sólidos urbanos de Onda (Castellón) (I). Caracterización física y química de la fracción mezcla residual*.

8. García, L. (2001), *Transporte Manuales Elementales de Servicios Municipales*. Recuperado el 8 de marzo del 2012 de <http://www.inifom.gob.ni/areas/Documentos/Instrumentos%20SSMM/manua%20de%20mercados.pdf>
9. Granados, A., López, O., Porras, Á. (2000), *Fase de caracterización de los residuos sólidos no peligrosos en el Plan Institucional de Gestión Ambiental de la UMNG*. Recuperado el 15 de marzo del 2012 de <http://virtual.umng.edu.co>
10. Instituto Cerdá., (2008), *Nuevos criterios de gestión de residuos en los Mercados Municipales*. Recuperado el 15 de marzo del 2012 de <http://www.mercadosmunicipales.es>
11. Kiely, G. (1999). *“Ingeniería Ambiental: fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión”*, 1era Edición, Madrid- España, Editorial McGraw-Hill.
12. Manual McGraw-Hill de Reciclaje. Herbert F. Lund. Volumen 1. Madrid-España, Editorial McGraw-Hill.
13. Municipio del Distrito Metropolitano Quito. (2010). *Atlas Ambiental de Manejo de Residuos en el DMQ*.
14. Naciones Unidas, 2006, *Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas (CIIU)*. Departamento de asuntos económicos y sociales.
15. Ordenanza Metropolitana No.0332. (2010). *Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos* (Abril ed.). Quito, Pichincha, Ecuador.

16. Organización Panamericana de la Salud. (2010). *Informe de Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe*.
17. Pérez, N. (2010) *Compostaje Vs Residuos Orgánicos*, Cuba.
18. Runfola, J., Gallardo, A. (2009) *Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas*. Sedisa, Red de Ingeniería de saneamiento ambiental.
19. Seoáne M. (2000). *Tratado de reciclado y recuperación de productos de los residuos*. España. Ediciones Mundi-Prensa.
20. SIAD, (2011). Recuperado el 15 de marzo del 2012 de <http://www.quitoambiente.gob.ec>
21. Sztern, d. *Et al.* (1999). *Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos. La elaboración del compost*.
22. Tchobanoglous, G; Theisen, H. y Vigil S. (1994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. 1era Edición. Madrid- España. Editorial McGraw-Hill.
23. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).
24. Vallejo, P. (2012), *Análisis de varianza*. Recuperado el 20 de marzo del 2012 <http://www.upcomillas.es/personal/peter/analisisdevarianza/ANOVAIntroduccion>.

ANEXOS

Anexo 1 Base de datos de los sectores productivos

Anexo 2: Formato de Registro de Datos